Variante 1 - termodinamica

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

Se consideră: numărul lui Avogadro $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23} \text{mol}^{-1}$, constanta gazelor ideale $R = 8{,}31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$. Între parametri de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația: $p \cdot V = \nu RT$. Exponentul adiabatic este definit prin relația: $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

SUBIECTUL I – **(15 puncte)**

Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului considerat corect.

1. Numărul de molecule care se află într-o masă $m = 72$ g de apă având masa molară $\mu = 18$ g/mol este aproximativ:

a. $24 \cdot 10^{23}$ **b.** $240 \cdot 10^{23}$ **c.** $24 \cdot 10^{26}$ **d.** $240 \cdot 10^{26}$ **(2p)**

2. Ştiind că simbolurile mărimilor fizice şi ale unităților de măsură sunt cele utilizate în manualele de fizică mărimea fizică definită prin formula $\frac{Q}{m \cdot \Delta T}$ este :

a. capacitatea calorică
b. căldura specifică
c. căldura molară
d. căldura **(5p)**

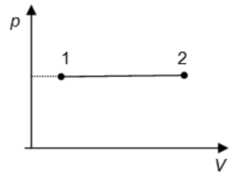
3. Într-o transformare izocoră în care presiunea gazului ideal creşte, acesta:

a. primeşte Q şi L
b. primeşte L şi cedează Q
c. schimbă numai lucru mecanic cu exteriorul
d. schimbă numai căldură cu exteriorul **(3p)**

4. Notațiile folosite fiind cele obişnuite în manualele de fizică, relația Robert Mayer poate fi scrisă:

a. $c_p = c_V + R$ **b.** $C_V = C_p + R$ **c.** $C_p = C_V + R$ **d.** $c_p + c_V = R$ **(2p)**

5. O cantitate constantă de gaz ideal descrie o transformare care se reprezintă într-un sistem de coordonate (p,V) ca în figura alăturată. Ştiind că densitatea gazului scade de 2 ori, atunci, temperatura gazului:



a. scade de 4 ori
b. scade de 2 ori
c. creşte de 2 ori
d. creşte de 4 ori **(3p)**

B. SUBIECTUL II – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

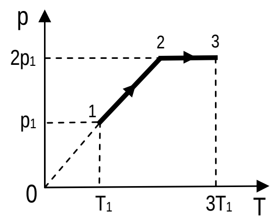
O masă $m = 320$ g oxigen ($\mu_{O_2} = 32$ g/mol), considerat gaz ideal, aflat în starea inițială caracterizată de parametrii $p_1 = 2 \cdot 10^5$ Pa şi $t_1 = 27^0$C, evoluează după un proces termodinamic ciclic $1 \to 2 \to 3 \to 1$ compus din: transformarea $1 \to 2$, în cursul căreia dependența presiunii de volum respectă legea $p = aV$, a = ct, a > 0, răcire la presiune constantă $2 \to 3$ până la un volum $V_3 = V_1$ şi procesul $3 \to 1$ în care volumul este menținut constant. Se cunoaşte că presiunea în starea 2 este $p_2 = 2p_1$. Determinați:

a. masa unei molecule de oxigen;
b. numărul de moli de oxigen ;
c. temperatura gazului în starea 3;
d. densitatea gazului în starea 2.

B. SUBIECTUL III – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Un mol de gaz ideal monoatomic ($\gamma = \frac{5}{3}$), aflat inițial în starea 1, la temperatura $T_1 = 250$ K, este supus succesiunii de transformări $1 \to 2 \to 3$, ca în figura alăturată.



a. Reprezentați succesiunea de transformări în coordonate $p - V$.
b. Determinați energia internă a gazului în starea 2.
c. Aflați lucrul mecanic schimbat de gaz cu exteriorul în cursul transformării $2 \to 3$.
d.Calculați căldura schimbată de gaz cu exteriorul în cursul transformării $1 \to 2 \to 3$.

Varianta 2 - termodinamica

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

Se consideră: numărul lui Avogadro $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23} \text{mol}^{-1}$, constanta gazelor ideale $R = 8{,}31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$. Între parametri de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația: $p \cdot V = \nu RT$. Exponentul adiabatic este definit prin relația: $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

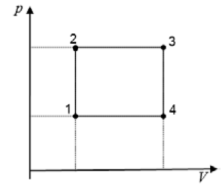
SUBIECTUL I – **(15 puncte)**

Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului considerat corect.

1. Simbolurile mărimilor fizice fiind cele utilizate în manuale de fizică, energia internă a unui gaz ideal poliatomic are expresia:

a. $3\nu RT$ **b.** $2{,}5\nu RT$ **c.** $1{,}5\nu RT$ **d.** νRT **(2p)**

2. Lucrul mecanic efectuat de o masă de gaz ideal are cea mai mare valoare în transformarea:



a. $1 \to 2$
b. $2 \to 3$
c. $3 \to 4$
d. $1 \to 4$ **(3p)**

3. Simbolurile mărimilor fizice fiind cele utilizate în manuale de fizică, unitatea de măsură a mărimii fizice exprimate prin raportul $\frac{\rho RT}{\mu}$ este:

a. K **b.** J **c.** Pa **d.** J/K **(5p)**

4. Raportul dintre lucrul mecanic efectuat de un motor termic şi căldura primită de la sursa caldă, pe durata unui ciclu complet, este $\eta = 0{,}25$. Motorul cedează sursei reci căldura $|Q_c| = 360\,\text{J}$. Căldura primită de la sursa caldă este:

a. 288 J **b.** 450 J **c.** 480 J **d.** 1440 J **(3p)**

5. Doi moli de gaz ideal monoatomic ($C_V = \frac{3R}{2}$) sunt supuşi unei transformări adiabatice, în cursul căreia temperatura s-a modificat de la $T_1 = 400\,\text{K}$ la $t_2 = 277^0\text{C}$. Variația energiei interne a gazului are valoarea:

a. −6235,50 J **b.** 3067,86 J **c.** 3739,50 J **d.** 3741,50 J **(2p)**

B. SUBIECTUL II – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

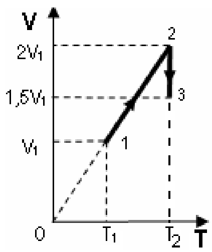
Într-un vas de sticlă închis se află $N = 60{,}2 \cdot 10^{23}$ molecule de azot molecular ($\mu_{N_2} = 28$ g/mol), la temperatura $t = 77^0\text{C}$ şi presiunea $p_1 = 200\,\text{kPa}$. Determinați:

a. masa gazului;
b. densitatea gazului;
c. numărul de molecule din unitatea de volum aflate în vas;
d. noua valoare a presiunii gazului dacă, fără a se modifica temperatura, se scot $f = 20\%$ din moleculele din vas.

B. SUBIECTUL III – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Un mol de gaz ideal monoatomic, ($C_V = \frac{3}{2}R$) aflat inițial în starea 1, la temperatura $T_1 = 300\,\text{K}$, este supus succesiunii de transformări $1 \to 2 \to 3$, reprezentată în coordonate *V-T* ca în figura alăturată. Se va considera $\ln\left(\frac{4}{3}\right) \cong 0{,}29$



a. Reprezentați grafic, în coordonate *p-V*, succesiunea de transformări $1 \to 2 \to 3$.
b. Determinați energia internă a gazului în starea 3.
c. Determinați lucrul mecanic schimbat de gaz cu exteriorul în cursul transformării $2 \to 3$.
d. Determinați căldura totală schimbată de gaz cu exteriorul în cursul transformării $1 \to 2 \to 3$.

Variarta 3 - termodinamica

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

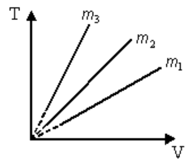
Se consideră: numărul lui Avogadro $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23}\,\text{mol}^{-1}$, constanta gazelor ideale $R = 8{,}31\dfrac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$. Între parametri de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația: $p \cdot V = \nu RT$. Exponentul adiabatic este definit prin relația: $\gamma = \dfrac{C_P}{C_V}$

SUBIECTUL I – **(15 puncte)**

Pentru itemii 1-5 scrieţi pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului considerat corect.

1. Unitatea de măsură din S.I. pentru mărimea fizică egală cu raportul dintre lucrul mecanic schimbat cu exteriorul de un sistem termodinamic şi variaţia temperaturii sale este aceeaşi cu unitatea de măsură pentru:
a. capacitatea calorică a unui corp;
b. căldura specifică a unei substanţe;
c. căldura molară a unei substanţe;
d. masa molară a unei substanţe. **(2p)**

2. Trei mase diferite din acelaşi gaz ideal sunt supuse unor transformări reprezentate în sistemul de coordonate (T,V) ca în figura alăturată. Cunoscând faptul că $p_1 = p_2 = p_3$, relația corectă dintre masele celor trei gaze este:



a. $m_1 = m_2 = m_3$
b. $m_1 > m_2 > m_3$
c. $m_2 > m_3 > m_1$
d. $m_3 > m_2 > m_1$ **(3p)**

3. Un kilomol de gaz ideal, aflat în condiţii normale de presiune şi temperatură $\left(p_0 \cong 10^5\,\text{Pa},\ T_0 = 273\ \text{K}\right)$ ocupă, aproximativ:
a. $22{,}4 \cdot 10^{-3}$ litri **b.** $22{,}4 \cdot 10^{-3}\,\text{m}^3$ **c.** 22,4 litri **d.** $22{,}4\ \text{m}^3$ **(5p)**

4. Masele molare ale unor substanţe biatomice sunt μ_1 şi μ_2. Masa molară a substanţei a cărei moleculă este formată din trei atomi de tipul celor care formează molecula primei substanţe şi un atom de tipul celor care formează molecula celei de a doua substanţe va fi dată de relaţia:
a. $\dfrac{3\mu_1 + \mu_2}{2}$ **b.** $\dfrac{\mu_1 + \mu_2}{2}$ **c.** $\dfrac{\mu_1 + 2\mu_2}{2}$ **d.** $\dfrac{2\mu_1 + 3\mu_2}{2}$ **(3p)**

5. Un sistem termodinamic aflat într-un înveliş adiabatic primeşte 80 J din exterior sub formă de lucru mecanic, apoi efectuează un lucru mecanic 1,24 kJ. În aceste condiţii, variaţia energiei sale interne este:
a. − 1320 J **b.** 1320 J **c.** − 1160 J **d.** 1160 J **(2p)**

B. SUBIECTUL II – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Un balon de sticlă închis cu un dop conține o masă de $m = 58\,\text{g}$ dintr-un gaz considerat ideal cu masa molară $\mu = 29\,\text{g/mol}$. Presiunea gazului din balon este $p = 10^5\,\text{N} \cdot \text{m}^{-2}$. Se adaugă apoi în balon o masă de $\Delta m = 14{,}5\,\text{g}$ din acelaşi gaz. Considerați că dopul este etanş şi că în timpul adăugării masei suplimentare de gaz nu apar scurgeri de gaz din balon. Temperatura balonului şi a gazului din interior rămâne mereu aceeaşi, $T = 300\ \text{K}$. Determinați:
a. numărul de moli de gaz din balon înainte de adăugarea masei suplimentare de gaz;
b. volumul ocupat de gazul din balonul de sticlă;
c. densitatea gazului din balon, după adăugarea masei suplimentare de gaz;
d. presiunea gazului din balon, după adăugarea masei suplimentare de gaz.

B. SUBIECTUL III – **(15 puncte)**

Rezolvaţi următoarea problemă:

Motorul unui automobil funcționează după ciclul Diesel. Variația energiei interne în cursul compresiei este ΔU_{12}=920 kJ. Căldura primită în urma arderii carburantului injectat şi lucrul mecanic efectuat de gaz în cursul destinderii izobare a acestuia sunt Q_{23}=240 kJ, respectiv L_{23}=60 kJ. Căldura degajată în exterior în procesul 4→1 (desfăşurat la volum constant) este 120 kJ.
a. Reprezentați grafic ciclul într-un sistem de coordonate *p-V.*
b. Stabiliți care sunt valorile L_{12} şi L_{41} ale lucrului mecanic efectuat de gaz în procesele 1→2 şi 4→1.
c. Determinați valorile variației energiei interne a gazului în procesele 4→1, 2→3 şi 3→4, ΔU_{41}, ΔU_{23} şi ΔU_{34}.
d. Calculați raportul dintre căldura primită şi lucrul mecanic schimbat cu mediul exterior într-un ciclu.

Variianta 4 - termodinamica

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

Se consideră: numărul lui Avogadro $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23}\,\text{mol}^{-1}$, constanta gazelor ideale $R = 8{,}31\dfrac{\text{J}}{\text{mol}\cdot\text{K}}$. Între parametri de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația: $p \cdot V = \nu RT$. Exponentul adiabatic este definit prin relația: $\gamma = \dfrac{C_P}{C_V}$

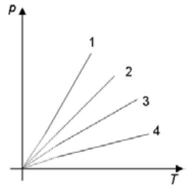
SUBIECTUL I – **(15 puncte)**

Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului considerat corect.

1. Ştiind că simbolurile unităților de măsură sunt cele utilizate în manualele de fizică, unitatea de măsură în S.I. a capacității calorice este:

a. $\dfrac{\text{J}}{\text{K}}$ **b.** $\dfrac{\text{J}}{\text{K}^2}$ **c.** $\dfrac{\text{J}}{\text{kmol}\cdot\text{K}}$ **d.** $\dfrac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$ **(2p)**

2. În figura alăturată sunt reprezentate, într-un sistem de coordonate (*p,T*) patru transformări la volum constant a unei mase constante de gaz ideal. Transformarea care are loc la cel mai mare volum este:



a. 1
b. 2
c. 3
d. 4 **(3p)**

3. Lucrul mecanic schimbat de υ moli dintr-un gaz ideal monoatomic ($C_p = \frac{5}{2}R$) în timpul unui proces cvasistatic adiabatic desfăşurat între temperaturile T_1 şi T_2 are expresia:

a. $\dfrac{3\upsilon R}{2}(T_2 - T_1)$ **b.** $\dfrac{5\upsilon R}{2}(T_2 - T_1)$ **c.** $\dfrac{3\upsilon R}{2}(T_1 - T_2)$ **d.** $\dfrac{5\upsilon R}{2}(T_1 - T_2)$ **(5p)**

4. Energia internă a unui gaz ideal creşte atunci când gazul suferă o:
a. destindere adiabatică
b. destindere la presiune constantă
c. comprimare la presiune constantă
d. comprimare la temperatură constantă **(2p)**

5. Două mase egale de gaze ideale diferite, se află la aceeaşi presiune. Relația dintre temperaturile celor două gaze este $T_1 = 0{,}5T_2$, iar cea dintre volumele recipientelor în care se află este $V_1 = 2V_2$. Relația corectă dintre masele lor molare este:

a. $\mu_1 = \mu_2$ **b.** $\mu_1 = 4\mu_2$ **c.** $4\mu_1 = \mu_2$ **d.** $\mu_1 = 2\mu_2$ **(3p)**

B. SUBIECTUL II – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Cunoscând masa molară a carbonului $\mu_C = 12\,\text{kg/kmol}$ şi masa molară a oxigenului $\mu_{O_2} = 32\ \text{kg/kmol}$, determinați:

a. numărul de molecule conținute într-o masă $m = 1\text{kg}$ de dioxid de carbon (CO_2);

b. masa unei molecule de CO_2;

c. densitatea dioxidului de carbon în condiții fizice normale (p_0=10^5 Pa; t_0=0^0C);

d. volumul care revine, în medie, unei molecule de CO_2 în condiții fizice normale considerând că moleculele gazului sunt uniform distribuite.

B. SUBIECTUL III – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

O masă dată de azot trece din starea inițială, caracterizată de presiunea $p_1 = 10^5\ \text{N/m}^2$ şi volumul $V_1 = 5 \cdot 10^{-3}\text{m}^3$ în starea finală, caracterizată de presiunea $p_3 = 3 \cdot 10^5\ \text{N/m}^2$ şi volumul $V_3 = 2 \cdot 10^{-3}\text{m}^3$, printr-o succesiune de două procese: o transformare izocoră, urmată de o transformare izobară. Se cunoşte căldura molară la volum constant $C_v = \frac{5}{2}R$.

a. Reprezentați grafic transformările în sistemul de cooordonate *p-V*.

b. Determinați variația energiei interne ΔU a azotului la trecerea din starea inițială în cea finală.

c. Calculați căldura totală Q schimbată de gaz cu mediul exterior la trecerea din starea 1 în starea 3.

d. Calculați lucrul mecanic L schimbat de gaz cu mediul exterior în transformarea izobară.

Varianta 5 - termodinamica

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICA

Se consideră: numărul lui Avogadro $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23}\,\text{mol}^{-1}$, constanta gazelor ideale $R = 8{,}31\dfrac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$. Între parametri de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația: $p \cdot V = \nu RT$. Exponentul adiabatic este definit prin relația: $\gamma = \dfrac{C_P}{C_V}$

SUBIECTUL I – **(15 puncte)**

Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului considerat corect.

1. Simbolurile unităților de măsură fiind cele folosite în manualele de fizică, unitatea de măsură în S.I. pentru căldura specifică este:

a. $\dfrac{\text{J}}{\text{K}}$ **b.** $\dfrac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{K}$ **c.** $\dfrac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$ **d.** $\dfrac{\text{Kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^2 \cdot \text{K}}$ **(5p)**

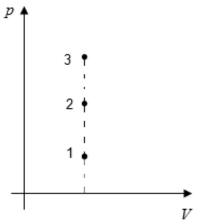
2. Numărul de moli conținuți în 100 ml de apă $(\mu_{apa} = 18\,\text{g/mol},\ \rho_{apa} = 10^3\,\text{kg/m}^3)$ este egal, aproximativ, cu:

a. 3,22 mol **b.** 4,33 mol **c.** 5,55 mol **d.** 6,12 mol **(3p)**

3. Un gaz ideal monoatomic $\left(C_p = \dfrac{5R}{2}\right)$ primeşte căldura Q şi se destinde astfel încât presiunea rămâne constantă, iar temperatura gazului creşte cu ΔT. Procentul din căldura Q transformată în lucru mecanic este egal cu:

a. 20% **b.** 40% **c.** 60% **d.** 80% **(3p)**

4. Punctele 1, 2 si 3 din graficul alăturat reprezintă trei stări de echilibru pentru trei cantități diferite de gaze ideale diatomice $\left(C_V = \dfrac{5R}{2}\right)$ aflate la aceiaşi temperatură.



Relația corectă dintre energiile interne ale celor trei gaze este:

a. $U_1 < U_2 < U_3$

b. $U_1 = U_2 = U_3$

c. $U_1 > U_2 > U_3$

d. $U_1 < U_2 > U_3$ **(2p)**

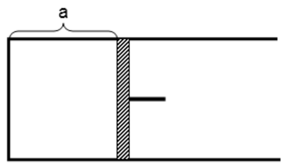
5. Simbolurile mărimilor fizice fiind cele utilizate în manualele de fizică, variația energiei interne a unui sistem termodinamic poate fi exprimată, în funcție de energia schimbată de sistem cu mediul exterior, prin relația:

a. $\Delta U = L - Q$ **b.** $\Delta U = Q + L$ **c.** $\Delta U = -Q - L$ **d.** $\Delta U = Q - L$ **(2p)**

B. SUBIECTUL II – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

În cilindrul orizontal prevăzut cu piston, ca în figura alăturată, este închisă ermetic o cantitate $\upsilon = 2\,\text{mol}$ de monoxid de carbon ($\mu = 28\,\text{kg/kmol}$), considerat gaz ideal, la temperatura $t = 7^0\text{C}$. Pistonul, de arie $S = 8{,}31\,\text{dm}^2$, este lăsat liber şi se poate deplasa fără frecare. Presiunea atmosferică are valoarea $p_0 = 10^5\,\text{Pa}$. Determinați:



a. lungimea „a" a porțiunii ocupate de gaz în starea inițială;

b. masa de monoxid de carbon conținută în cilindru;

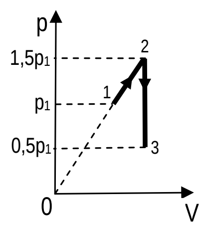
c. temperatura T_2 la care trebuie încălzit gazul pentru ca lungimea porțiunii ocupate de gaz să se dubleze;

d. densitatea gazului aflat la temperatura T_2.

B. SUBIECTUL III – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Un mol de gaz ideal diatomic, ($\gamma = \dfrac{7}{5}$) aflat inițial în starea 1, la temperatura $t_1 = 27\,^0\text{C}$, este supus succesiunii de transformări $1 \to 2 \to 3$, ca în figura alăturată. Determinați:



a. raportul dintre volumul gazului în starea 3 şi volumul gazului în starea 1;

b. diferența dintre energia internă a gazului în starea 3 şi energia internă a gazului în starea 1;

c. lucrul mecanic schimbat de gaz cu exteriorul în cursul transformării $1 \to 2$;

d. căldura schimbată de gaz cu exteriorul în cursul transformării $1 \to 2 \to 3$.

Varianta 6 - termodinamica

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICA

Se consideră: numărul lui Avogadro $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23}\,\text{mol}^{-1}$, constanta gazelor ideale $R = 8{,}31\dfrac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$. Între parametri de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația: $p \cdot V = \nu RT$. Exponentul adiabatic este definit prin relația: $\gamma = \dfrac{C_P}{C_V}$

SUBIECTUL I – **(15 puncte)**

Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului considerat corect.

1. Simbolurile unităților de măsură fiind cele utilizate în manualele de fizică, unitatea de măsură în S.I. a căldurii molare este:

a. $\text{J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ **b.** $\text{J} \cdot \text{mol} \cdot \text{K}^{-1}$ **c.** $\text{J} \cdot \text{kg} \cdot \text{K}^{-1}$ **d.** $\text{J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ **(2p)**

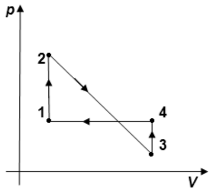
2. La presiunea p = $8{,}31 \cdot 10^5$ N/m^2, concentrația moleculelor unui gaz ideal (numărul de molecule din unitatea de volum) este n = $3{,}01 \cdot 10^{25}$ m^{-3}. Temperatura gazului este egală cu:

a. 1727^{0}C **b.** 2000^{0}C **c.** 2027^{0}C **d.** 2054^{0}C **(5p)**

3. Energia internă a unei mase constante de gaz ideal scade în cursul unei:

a. comprimări izoterme
b. destinderi adiabatice
c. destinderi izoterme
d. comprimări adiabatice. **(3p)**

4. O cantitate constantă de gaz ideal efectuează transformarea ciclică 12341 reprezentată în coordonate p-V în figura alăturată. Transformarea în care gazul primeşte lucrul mecanic este:



a. $1 \to 2$
b. $2 \to 3$
c. $3 \to 4$
d. $4 \to 1$ **(3p)**

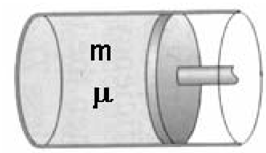
5. Două corpuri identice având temperaturi diferite sunt puse în contact termic. Relația dintre temperaturile inițiale ale celor două corpuri este $T_2 = 3 \cdot T_1$. Sistemul este izolat adiabatic de mediul exterior. Temperatura finală T a sistemului după stabilirea echilibrului termic are expresia:

a. $T = T_1$ **b.** $T = 2T_1$ **c.** $T = 3T_1$ **d.** $T = 4T_1$ **(2p)**

B. SUBIECTUL II – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Un cilindru cu piston etanş aşezat orizontal, ca în figura alăturată, conține o masă de gaz ideal $m = 40\,\text{g}$ având masa molară $\mu = 4\ \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$. Cilindrul este în contact termic cu mediul care are temperatura $T = 300\,\text{K}$, iar pistonul se află în echilibru la presiunea atmosferică normală $p_0 = 10^5$ Pa şi se poate deplasa fără frecare. Determinați:

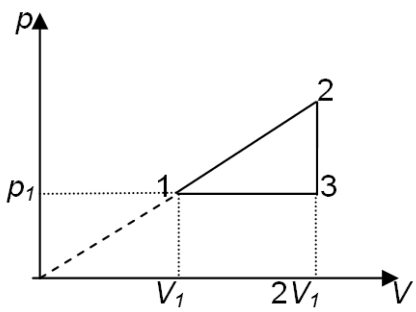


a. numărul de molecule de gaz din cilindru;
b. volumul ocupat de gaz;
c. volumul ocupat de gazul din cilindru în urma încălzirii la presiune constantă cu $\Delta T = 100\,\text{K}$;
d. variația relativă a densității gazului între starea inițială şi cea finală.

B. SUBIECTUL III – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Un motor termic având ca substanță de lucru $\dfrac{1}{3}$ mol de gaz ideal monoatomic parcurge ciclul termodinamic reprezentat în figură. Fiind cunoscute valorile parametrilor $p = 10^5\,\text{Pa}$, respectiv $V = 8{,}31\,\ell$, şi căldura molară la volum constant $C_V = \dfrac{3}{2}R$ determinați:



a. temperaturile gazului în stările 1, 2 şi 3;
b. lucrul mecanic efectuat de substanța de lucru la fiecare parcurgere a procesului ciclic;
c. căldura primită de substanța de lucru la fiecare parcurgere a procesului ciclic;
d. căldura cedată de sistem la fiecare parcurgere a procesului ciclic.

Varianta 7 - termodinamica

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICA

Se consideră: numărul lui Avogadro $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23}\,\text{mol}^{-1}$, constanta gazelor ideale $R = 8{,}31\dfrac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$. Între parametri de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația: $p \cdot V = \nu RT$. Exponentul adiabatic este definit prin relația: $\gamma = \dfrac{C_P}{C_V}$

SUBIECTUL I – **(15 puncte)**

Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului considerat corect.

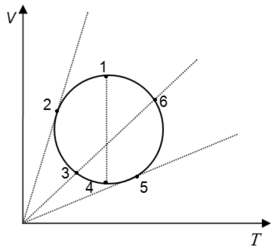
1. Într-un vas se află $40\,\text{g}$ heliu în condiții fizice normale. Cunoscând masa molară $\mu = 4\,\text{g/mol}$ şi volumul molar în condiții fizice normale $V_{\mu_0} = 22{,}42\,\ell/\text{mol}$, volumul ocupat de heliu este:

a. $224{,}2\,\ell$ **b.** $45{,}8\,\ell$ **c.** $24{,}6\,\ell$ **d.** $2{,}24\,\ell$ **(2p)**

2. Densitatea unui gaz ideal având masa molară μ, aflat la temperatura T şi presiunea p este:

a. $\dfrac{pV}{\nu R}$ **b.** $\dfrac{p\mu}{RT}$ **c.** $\dfrac{RT}{p\mu}$ **d.** $\dfrac{m}{\mu}RT$ **(3p)**

3. O cantitate constantă de gaz ideal efectuează o transformare ciclică, care în coordonate *V-T*, se reprezintă ca în figura alăturată. Stările în care gazul are aceeaşi presiune sunt:



a. 1 şi 5;

b. 2 şi 6;

c. 4 şi 3;

d. 3 şi 6. **(5p)**

4. Un gaz ideal diatomic, având $C_V = 2{,}5R$, se destinde izobar şi absoarbe căldura Q. Între variația energiei interne şi lucrul mecanic efectuat de gaz în această destindere există relația:

a. $\Delta U = \dfrac{3}{2}L$ **b.** $\Delta U = 5L$ **c.** $\Delta U = \dfrac{L}{2}$ **d.** $\Delta U = \dfrac{5}{2}L$ **(2p)**

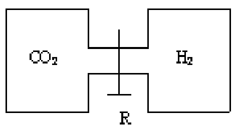
5. O cantitate constantă de gaz ideal se destinde la temperatură constantă. În această transformare gazul:

a. primeşte *L* şi cedează *Q*;
b. cedează *L* şi primeşte *Q;*
c. efectuează *L* pe seama variației energiei sale interne;
d. nu schimbă energie cu exteriorul. **(3p)**

B. SUBIECTUL II – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Două recipiente pot comunica între ele prin intermediul unui tub prevăzut cu un robinet R. În primul recipient se află o masă $m_1 = 44\,\text{g}$ dioxid de carbon CO_2, iar în al doilea recipient se află o masă $m_2 = 6\,\text{g}$ de hidrogen cu $\mu_2 = 2\,\text{g/mol}$. Ambele gaze sunt considerate ideale. Inițial robinetul este închis. Determinați:



a. numărul de moli de dioxid de carbon ($\mu_C = 12\,\text{g/mol}$, $\mu_{O_2} = 32\,\text{g/mol}$) ;

b. numărul de molecule de CO_2 din unitatea de volum din primul recipient, dacă volumul acestuia este $V = 3\,\ell$;

c. masa unei molecule de hidrogen;

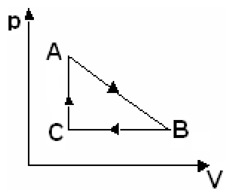
d. masa molară a amestecului de gaze obținut în urma deschideri robinetului R.

Ministerul Educației, Cercetării şi Inovării
Centrul Național pentru Curriculum şi Evaluare în Învățământul Preuniversitar

B. SUBIECTUL III – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

O cantitate $\upsilon = 1\,\text{mol}$ de oxigen efectuează ciclul reversibil $ABCA$ de forma unui triunghi în care BC este un proces izobar şi CA este un proces izocor. În starea A presiunea este $p_A = 415{,}5\,\text{kPa}$ şi densitatea oxigenului $\rho_A = 3{,}2\,\text{kg/m}^3$, în starea B volumul este $V_B = 2V_A$ iar în starea C presiunea este $p_C = 0{,}5p_A$. Cunoscând masa molară a oxigenului $\mu = 32\,\text{g/mol}$ şi exponentul adiabatic $\gamma = 1{,}4$ determinați:



a. căldura molară la volum constant pentru oxigen;
b. variația energiei interne a gazului în procesul AB;
c. lucrul mecanic total schimbat de gaz cu mediul exterior în decursul unui ciclu;
d. căldura primită de gaz în procesul CA.

Variante 8 - termodinamica

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

Se consideră: numărul lui Avogadro $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23}\,\text{mol}^{-1}$, constanta gazelor ideale $R = 8{,}31\dfrac{\text{J}}{\text{mol}\cdot\text{K}}$. Între parametri de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația: $p \cdot V = \nu RT$. Exponentul adiabatic este definit prin relația: $\gamma = \dfrac{C_P}{C_V}$

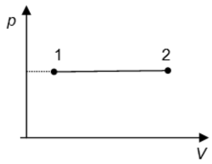
SUBIECTUL I – **(15 puncte)**

Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului considerat corect.

1. Simbolurile unităților de măsură fiind cele utilizate în manuale, unitatea de măsură în S.I. pentru căldura molară este:

a. $\dfrac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$ **b.** $\dfrac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{mol}}$ **c.** $\dfrac{\text{J}}{\text{K}}$ **d.** $\dfrac{\text{J}}{\text{mol}\cdot\text{K}}$ **(2p)**

2. Un gaz ideal diatomic ($C_V = \dfrac{5R}{2}$) descrie o transformare care se reprezintă într-un sistem de coordonate *p-V* ca în figura alăturată. Gazul absoarbe o cantitate de căldură *Q*. Variația energiei interne a gazului în acest proces este:



a. $2{,}5Q$
b. $1{,}4Q$
c. $0{,}71Q$
d. $0{,}4Q$ **(3p)**

3. Într-o destindere cvasistatică a unui gaz ideal, la presiune constantă, temperatura gazului:

a. scade **b.** creşte **c.** rămâne constantă **d.** nu se poate preciza **(2p)**

4. Într-o transformare ciclică, variația energiei interne a unui gaz ideal este:

a. $\Delta U = 0$ **b.** $\Delta U = \nu C_V T$ **c.** $\Delta U = \nu RT$ **d.** $\Delta U = p \cdot V$ **(5p)**

5. Unei temperaturi de 27^0C îi corespunde în S.I. o temperatură aproximativ egală cu:

a. 273 K **b.** 300 K **c.**327 K **d.** 373 K **(3p)**

B. SUBIECTUL II – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Într-o butelie de volum $V = 48\,\ell$ se găseşte oxigen molecular, considerat gaz ideal, la presiunea $p = 24 \cdot 10^5$ Pa şi temperatura $t_1 = 15^0\text{C}$. Se consumă o fracțiune $f = 40\%$ din masa oxigenului pentru o sudură. Considerând că temperatura în interiorul buteliei după efectuarea sudurii rămâne t_1, determinați:

a. numărul inițial de moli de oxigen din butelie;
b. masa oxigenului consumat ($\mu = 32$ kg/kmol);
c. presiunea din butelie după efectuarea sudurii;
d. densitatea oxigenului din butelie după efectuarea sudurii.

B. SUBIECTUL III – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

În corpul de pompă al unei maşini termice se găseşte aer ($\gamma = \dfrac{7}{5}$), care la temperatura $T_1 = 400\,\text{K}$ şi presiunea $p_1 = 5 \cdot 10^5$ Pa ocupă volumul $V_1 = 2\,\ell$. Gazul suferă o transformare în care temperatura rămâne constantă, ajungând în starea 2, în care volumul este $V_2 = 2{,}5\,\ell$, apoi o comprimare în care presiunea gazului rămâne constantă, până în starea 3, după care revine în starea inițială printr-o transformare în care volumul rămâne constant. Se cunoaşte ln 1,25=0,22.

a. Reprezentați procesul ciclic descris în sistemul de coordonate *p-T*.
b. Calculați căldura schimbată de gaz cu mediul exterior în procesul $3 \to 1$.
c. Calculați variația de energie internă a gazului în cursul procesului $1 \to 2 \to 3$.
d. Calculați lucrul mecanic efectuat de gaz în cursul transformării $2 \to 3$.

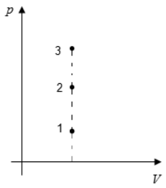
Variantа 9 - termodinamica

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICA

Se consideră: numărul lui Avogadro $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23}\,\text{mol}^{-1}$, constanta gazelor ideale $R = 8{,}31\dfrac{\text{J}}{\text{mol}\cdot\text{K}}$. Între parametri de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația: $p \cdot V = \nu RT$. Exponentul adiabatic este definit prin relația: $\gamma = \dfrac{C_P}{C_V}$

SUBIECTUL I – **(15 puncte)**

Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului considerat corect.



1. Punctele 1, 2 si 3 reprezintă trei stări de echilibru a trei gaze ideale diferite aflate la aceiaşi temperatură. Relația corectă dintre numărul de moli din fiecare gaz este:

a. $\nu_1 < \nu_2 < \nu_3$
b. $\nu_1 = \nu_2 = \nu_3$
c. $\nu_1 > \nu_2 > \nu_3$
d. $\nu_1 < \nu_2 > \nu_3$ **(5p)**

2. Simbolurile unităților de măsură fiind cele utilizate în manuale, unitatea de măsură a raportului dintre căldura primită de un corp şi căldura specifică a materialului din care este alcătuit, Q/c, este:

a. $\text{J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ **b.** $\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ **c.** $\text{kg}\cdot\text{K}$ **d.** $\text{mol}\cdot\text{K}$ **(2p)**

3. Într-o butelie de volum V se află un gaz ideal monoatomic ($C_V = \dfrac{3R}{2}$) la presiunea p şi la temperatura T. În aceste condiții, expresia $\dfrac{3pV}{2}$ reprezintă următoarea mărime fizică:

a. lucrul mecanic **b.** densitatea **c.** energia internă **d.** căldura **(3p)**

4. O cantitate $\nu = 1\,\text{mol}$ de gaz ideal monoatomic, cu temperatura inițială de $t_1 = 27^0\text{C}$, este comprimată adiabatic astfel încât presiunea sa creşte de 8 ori. Căldura schimbată de gaz cu exteriorul este:

a. 0 J **b.** 37,395 J **c.** 62,325 J **d.** 74,79 J **(2p)**

5. O butelie conține o masă de $112\,\text{g}$ azot la temperatura t =7°C şi la presiunea de 6 atm. Din butelie se consumă jumătate din cantitatea de azot, temperatura menținându-se constantă. Presiunea finală a gazului din butelie are valoarea:

a. $5\,\text{atm}$ **b.** $4\,\text{atm}$ **c.** $3\,\text{atm}$ **d.** $2\,\text{atm}$ **(3p)**

B. SUBIECTUL II – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

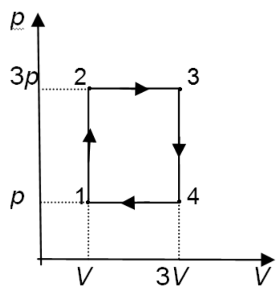
Un amestec format din 3,2 kg de He ($\mu_{He} = 4\,\text{g/mol}$) şi 4 kg de Ne ($\mu_{Ne} = 20\,\text{g/mol}$) se află într-un vas de volum $V_1 = 3600\,\ell$. Amestecul se află în echilibru termodinamic şi poate fi considerat gaz ideal.

a. Determinați numărul total de molecule de gaz din amestec.
b. Calculați raportul dintre masa unei molecule de neon şi masa unei molecule de heliu.
c. Determinați densitatea amestecului.
d. Vasul este pus în legătură print-un tub de volum neglijabil cu un alt vas, inițial vidat, de volum $V_2 = 6400\,\ell$. Calculați presiunea care se stabileşte în cele două vase dacă gazul este adus la temperatura de 27°C;

B. SUBIECTUL III – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

O cantitate $\upsilon = 1\text{mol}$ de gaz ideal monoatomic suferă transformarea ciclică $1 \to 2 \to 3 \to 4$ reprezentată în coordonate *p-V* în figura alăturată. Se cunoaşte $C_V = \dfrac{3}{2}R$ şi temperatura în starea 1, $t_1 = 27°\text{C}$.



a. Reprezentați transformarea ciclică în sistemul de coordonate *V-T*.
b. Determinați căldura cedată de gaz în acest proces;
c. Determinați lucrul mecanic total efectuat într-un ciclu;
d. Determinați variația energiei interne în procesul $1 \to 2 \to 3$.

Varianta 10 - termodinamica

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

Se consideră: numărul lui Avogadro $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23}\,\text{mol}^{-1}$, constanta gazelor ideale $R = 8{,}31\dfrac{\text{J}}{\text{mol}\cdot\text{K}}$. Între parametri de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația: $p \cdot V = \nu RT$. Exponentul adiabatic este definit prin relația: $\gamma = \dfrac{C_P}{C_V}$

SUBIECTUL I – (15 puncte)

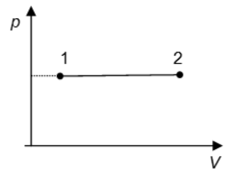
Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului considerat corect.

1. În timpul destinderii unui gaz ideal la $T = \text{const.}$, acesta:
a. nu efectuează lucru mecanic, conservându-şi energia;
b. efectuează lucru mecanic şi cedează căldură;
c. îşi conservă energia internă;
d. cedează căldură mediului exterior. **(2p)**

2. Simbolurile mărimilor fizice fiind cele utilizate în manualele de fizică, expresia care are aceeaşi unitate de măsură ca şi constanta gazelor ideale R este:
a. $\dfrac{Q}{\Delta T}$ **b.** $\dfrac{C_v}{\mu}$ **c.** C_v **d.** $\dfrac{C}{m}$ **(3p)**

3. În două incinte de volume V şi $2V$ se află două gaze ideale având densitățile $1\ \text{g/dm}^3$ şi respectiv $0{,}5\ \text{g/dm}^3$. În urma amestecării celor două gaze într-o incintă de volum $0{,}5V$ densitatea amestecului va avea valoarea:
a. $0{,}75\dfrac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ **b.** $2\dfrac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ **c.** $4\dfrac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ **d.** $1500\dfrac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ **(3p)**

4. O cantitate constantă de gaz ideal descrie o transformare care se reprezintă într-un sistem de coordonate *p-V* ca în figura alăturată. Ştiind că în cursul transformării temperatura creşte cu 10%, iar variația volumului este egală cu $0{,}5\,\ell$, volumul inițial ocupat de gaz are valoarea:



a. $2\,\text{dm}^3$
b. $4\,\text{dm}^3$
c. $3\,\ell$
d. $5\,\ell$ **(5p)**

5. O masă $m = 1$ kg de apă ($c_a = 4180\dfrac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$) este încălzită cu $\Delta t = 10°\text{C}$. Căldura necesară încălzirii apei este:
a. $5{,}6\,\text{kJ}$ **b.** $15{,}8\,\text{kJ}$ **c.** $20{,}4\,\text{kJ}$ **d.** $41{,}8\,\text{kJ}$ **(2p)**

B. SUBIECTUL II – (15 puncte)

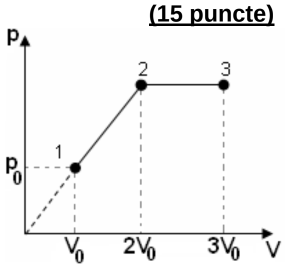
Rezolvați următoarea problemă:

Un vas cilindric orizontal, închis la ambele capete, cu lungimea $L = 1$ m şi secțiune transversală $S = 100\,\text{cm}^2$, este împărțit, printr-un piston etanş termoizolant, de grosime neglijabilă, inițial blocat, în două incinte ale căror volume se află în raportul $1:4$. În incinta de volum mai mic se găseşte H_2 ($\mu_{H2} = 2 \cdot 10^{-3}$ kg/mol), aflat inițial la presiunea $p_1 = 2 \cdot 10^5\ \text{N/m}^2$ şi temperatura $T_1 = 400\,\text{K}$, iar în cealaltă O_2 ($\mu_{O2} = 32 \cdot 10\ ^{3}$ kg/mol), la $p_2 = 10^5\ \text{N/m}^2$ şi $T_2 = 300\,\text{K}$. Hidrogenul şi oxigenul din cele două incinte sunt considerate gaze ideale.
a. Determinați masa unui atom de hidrogen.
b. Aflați raportul maselor de gaz din cele două incinte.
c. Calculați densitatea oxigenului.
d. Se deblochează pistonul, după care hidrogenul este încălzit până când, în final, temperatura acestuia devine $T_3 = 500\,\text{K}$. Considerând că temperatura finală a oxigenului rămâne T_2, calculați distanța pe care s-a deplasat pistonul.

B. SUBIECTUL III – (15 puncte)

Rezolvați următoarea problemă:

O cantitate de $14\,\text{g}$ azot molecular ($\mu_{N2} = 28 \cdot 10^{-3}$ kg/mol şi $C_V = 5R/2$) se află inițial în starea caracterizată de parametrii $p_0 = 10^5\ \text{N/m}^2$ şi $V_0 = 3\,\ell$. Ea este supusă procesului $1 \to 2 \to 3$ reprezentat în coordonate *p-V* în figura alăturată. Determinați:



a. lucrul mecanic schimbat de gaz cu mediul exterior în procesul $1 \to 2$;
b. variația energiei interne a gazului în procesul $1 \to 3$;
c. căldura absorbită de gaz în procesul $2 \to 3$;
d. căldura molară a gazului în transformarea 1-2.

Variianta 11 - termodinamica

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

Se consideră: numărul lui Avogadro $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23}\,\text{mol}^{-1}$, constanta gazelor ideale $R = 8{,}31\frac{\text{J}}{\text{mol}\cdot\text{K}}$. Între parametri de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația: $p \cdot V = \nu RT$. Exponentul adiabatic este definit prin relația: $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

SUBIECTUL I – **(15 puncte)**

Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului considerat corect.

1. Simbolurile unităților de măsură fiind cele folosite în manualele de fizică, unitatea de măsură în S.I. pentru căldura molară este:

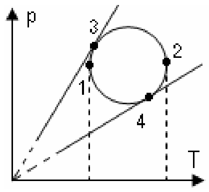
a. K **b.** $\frac{\text{J}}{\text{mol}\cdot\text{K}}$ **c.** K^{-1} **d.** $\frac{\text{K}}{\text{mol}}$ **(2p)**

2. Un gaz ideal monoatomic ($C_V = \frac{3R}{2}$) primeşte izocor căldura Q. Variația energiei sale interne este egală cu:

a. Q **b.** $\frac{3Q}{2}$ **c.** $\frac{5Q}{2}$ **d.** $3Q$ **(3p)**

3. O masă dată de gaz ideal descrie o transformare care se reprezintă în coordonate *p-T* ca în figura alăturată. Volumul gazului este maxim în starea:

a. 1 **b.** 2 **c.** 3 **d.** 4 **(5p)**



4. Energia internă a unei cantități date de gaz:

a. creşte în urma unei destinderi adiabatice;
b. scade dacă gazul primeşte izocor căldură;
c. este constantă într-o transformare izotermă;
d. este nulă într-o transformare ciclică. **(3p)**

5. Simbolurile mărimilor fizice fiind cele utilizate în manualele de fizică, expresia energiei interne a gazului ideal diatomic este:

a. $U = \frac{3}{2}\upsilon RT$ **b.** $U = \frac{5}{2}\upsilon RT$ **c.** $U = 2\upsilon RT$ **d.** $U = 3\upsilon RT$ **(2p)**

B. SUBIECTUL II – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

O cantitate de oxigen, considerat gaz ideal, ocupă volumul $V = 8{,}31\ \text{m}^3$ la presiunea $p = 10^5$ Pa şi temperatura $t = 47°\text{C}$. Masa molară a oxigenului este $\mu = 32 \cdot 10^{-3}\ \frac{\text{kg}}{\text{mol}}$. Determinați:

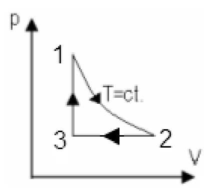
a. masa unei molecule de oxigen;
b. densitatea oxigenului;
c. numărul de molecule de oxigen;
d. presiunea oxigenului în urma unei încălziri la volum constant până la temperatura $T' = 480\,\text{K}$;

B. SUBIECTUL III – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

O masă de gaz ideal suferă transformarea ciclică reprezentată în figura alăturată ($1 \to 2$ este transformare izotermă). Folosind datele din tabel determinați, justificând fiecare rezultat:

a. variația energiei interne pe transformarea 2-3;
b. căldura totală schimbată cu exteriorul în transformarea ciclică;
c. căldura schimbată cu mediul exterior în transformarea 2-3.
d. Reprezentați grafic transformarea ciclică în coordonate *p-T.*



Tr.	ΔU	L	Q
1→2		20J	
2→3			
3→1	15J		
Ciclu		15J	

Varianta 12 - termodinamica

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICA

Se consideră: numărul lui Avogadro $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23}\,\text{mol}^{-1}$, constanta gazelor ideale $R = 8{,}31\frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$. Între parametri de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația: $p \cdot V = \nu RT$. Exponentul adiabatic este definit prin relația: $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

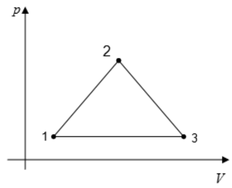
SUBIECTUL I – **(15 puncte)**

Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului considerat corect.

1. Căldura cedată de un anumit sistem termodinamic mediului extern într-un interval de timp Δt depinde de intervalul de timp conform relației $Q = c \cdot \Delta t$, în care c reprezintă o constantă. Simbolurile unităților de măsură fiind cele utilizate în manuale, unitatea de măsură în S.I. a constantei c este:

a. $\text{J} \cdot \text{s}$ **b.** N/s **c.** W **d.** J/K **(2p)**

2. O cantitate constantă de gaz ideal suferă transformările ciclice 1231, respectiv 1321, reprezentate într-un sistem de coordonate *p-V* ca în figura alăturată. Alegeți relația corectă:



a. $L_{1231} = L_{1321}$

b. $L_{1231} = -L_{1321}$

c. $|L_{1231}| = L_{1321}$

d. $L_{1231} < L_{1321}$ **(3p)**

3. Un gaz ideal se destinde adiabatic. Putem afirma că în cursul acestui proces:

a. volumul gazului scade;
b. gazul absoarbe căldură;
c. energia internă a gazului rămâne constantă;
d. gazul efectuează lucru mecanic. **(5p)**

4. Un gaz ideal se destinde după legea $p^2 V = \text{const.}$ În timpul procesului temperatura gazului:

a. scade **b.** crește **c.** rămâne constantă **d.** crește apoi scade **(3p)**

5. Căldura molară la volum constant a unui gaz ideal al cărui exponent adiabatic are valoarea $\gamma = 1{,}4$ este:

a. $3R/2$ **b.** $5R/2$ **c.** $2R$ **d.** $3R$ **(2p)**

B. SUBIECTUL II – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Într-un vas de sticlă închis se află, la presiunea $p_1 = 1{,}5 \cdot 10^5$ Pa și temperatura $t = 7^0$C, o cantitate de azot molecular ($\mu_{N_2} = 28$ g/mol). Se scoate o masă $\Delta m = 2$ g de azot din vas. Presiunea azotului rămas în vas este $p_2 = 1{,}2 \cdot 10^5$ Pa, iar temperatura lui este egală cu cea din starea inițială. Determinați:

a. densitatea gazului în starea inițială;
b. numărul de molecule de azot care au fost scoase din vas;
c. masa azotului rămas în vas;
d. volumul vasului.

Ministerul Educației, Cercetării și Inovării
Centrul Național pentru Curriculum și Evaluare în Învățământul Preuniversitar

B. SUBIECTUL III – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Un gaz ideal având căldura molară la volum constant $C_V = 3R/2$, se găsește inițial în starea (1) în care ocupă volumul $V_1 = 2\,\ell$ la presiunea $p_1 = 10^5$ N/m^2. Gazul este supus următoarei succesiuni de transformări: $(1) \rightarrow (2)$ încălzire izocoră până la presiunea $2p_1$; $(2) \rightarrow (3)$ destindere izobară până la volumul $2V_1$; $(3) \rightarrow (4)$ răcire izocoră până la presiunea p_1; $(4) \rightarrow (1)$ comprimare izobară până în starea inițială.

a. Reprezentați ciclul termodinamic efectuat de gaz în sistemul de coordonate *p-V.*
b. Arătați că stările (2) și (4) se găsesc pe aceeași izotermă.
c. Calculați lucrul mecanic efectuat de gaz într-un ciclu complet.
d. Determinați variația energiei interne a gazului în destinderea izobară.

Varianta 13 - termodinamica

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

Se consideră: numărul lui Avogadro $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23}\,\text{mol}^{-1}$, constanta gazelor ideale $R = 8{,}31\dfrac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$. Între parametri de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația: $p \cdot V = \nu RT$. Exponentul adiabatic este definit prin relația: $\gamma = \dfrac{C_P}{C_V}$

SUBIECTUL I – **(15 puncte)**

Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului considerat corect.

1. Simbolurile mărimilor fizice fiind cele utilizate în manualele de fizică, expresia de mai jos care are aceeaşi unitate de măsură ca şi energia internă este:

a. Q **b.** $p \cdot T$ **c.** $L \cdot T^{-1}$ **d.** $V \cdot p^{-1}$ **(3p)**

2. Simbolurile mărimilor fizice fiind cele utilizate în manualele de fizică, expresia corectă a principiului I al termodinamicii este:

a. $U = Q - L$ **b.** $\Delta U = Q - L$ **c.** $\Delta U = Q + L$ **d.** $U = Q + L$ **(3p)**

3. Un gaz ideal monoatomic aflat într-un vas închis etanş cu ajutorul unui piston mobil suferă un proces izoterm în urma căruia volumul în starea finală este de $10/9$ ori mai mare decât volumul din starea inițială. Se poate spune că în procesul descris:

a. masa molară creşte de $10/9$ ori.

b. masa molară scade de $10/9$ ori.

c. volumul molar rămâne neschimbat.

d. masa molară rămâne neschimbată. **(5p)**

4. Un sistem termodinamic care nu schimbă substanță cu exteriorul şi al cărui înveliş este adiabatic:

a. nu poate primi lucru mecanic din exterior;

b. nu poate ceda lucru mecanic exteriorului;

c. nu poate schimba căldură cu exteriorul;

d. schimbă căldură cu exteriorul. **(2p)**

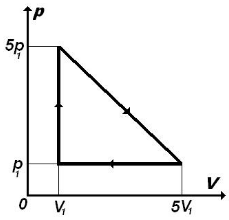
5. Un sistem termodinamic evoluează după procesul ciclic reprezentat în imagine. Lucrul mecanic schimbat de sistem cu exteriorul în cursul acestui proces ciclic, exprimat în unități $u = p_1 \cdot V_1$, este:

a. $24u$

b. $19u$

c. $8u$

d. $5u$ **(2p)**



B. SUBIECTUL II – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Două baloane identice de sticlă conțin mase egale $m = 5{,}8\,\text{g}$ din acelaşi gaz ideal cu masa molară $\mu = 29\,\text{g/mol}$. Inițial, gazul din baloane se află la aceeaşi temperatură $T = 300\,\text{K}$ şi la aceeaşi presiune $p = 10^5\,\text{N} \cdot \text{m}^{-2}$. Apoi, temperatura absolută a gazului dintr-un balon este mărită de $n = 2$ ori (prin punerea în contact termic cu un termostat cald aflat la temperatura $n \cdot T$), iar a celuilalt este scăzută de $n = 2$ ori (prin punerea în contact termic cu un termostat rece aflat la temperatura T/n). Baloanele sunt menținute în contact cu termostatele şi sunt puse în comunicare printr-un tub de volum neglijabil. Determinați:

a. numărul de moli de gaz din fiecare balon, înainte de punerea lor în comunicare;

b. volumul interior al unui balon de sticlă;

c. numărul de moli de gaz din balonul răcit, ca urmare a punerii în comunicare a celor două baloane;

d. valoarea comună a presiunii în cele două baloane după ce au fost puse în comunicare.

B. SUBIECTUL III – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Motorul unui automobil funcționează după ciclul Otto. În tabelul alăturat sunt indicate (în kilojoule, pentru un singur ciclu): variația energiei interne ΔU_{12} în cursul compresiei, căldura Q_{23} primită în urma exploziei amestecului carburant şi lucrul mecanic L_{34} efectuat de gaz în cursul destinderii acestuia.

Procesul $i \to j$	Q_{ij} [kJ]	L_{ij} [kJ]	ΔU_{ij} [kJ]
$1 \to 2$			720
$2 \to 3$	480		
$3 \to 4$		900	
$4 \to 1$			

a. Reprezentați ciclul Otto în coordonate p-V, specificând tipul fiecărei transformări.

b. Calculați valorile căldurii Q_{12} şi Q_{34} schimbate de gaz cu exteriorul în procesele $1 \to 2$ şi $3 \to 4$.

c. Stabiliți care sunt valorile L_{23} şi L_{41} ale lucrului mecanic schimbat de gaz cu mediul exterior în procesele $2 \to 3$ şi $4 \to 1$.

d. Determinați variația energiei interne a gazului ΔU_{41} în procesul $4 \to 1$ şi căldura Q schimbată de gaz cu mediul exterior în cursul unui ciclu.

Varianta 14 - termodinamica

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICA

Se consideră: numărul lui Avogadro $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23}\,\text{mol}^{-1}$, constanta gazelor ideale $R = 8{,}31\frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$. Între parametri de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația: $p \cdot V = \nu RT$. Exponentul adiabatic este definit prin relația: $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

SUBIECTUL I – **(15 puncte)**

Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului considerat corect.

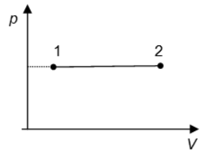
1. Într-o destindere a unei mase constante de gaz ideal, menținut la temperatură constantă, densitatea acestuia:

a. creşte
b. scade
c. se menține constantă
d. creşte şi apoi scade **(3p)**

2. Ştiind că simbolurile mărimilor fizice şi ale unităților de măsură sunt cele utilizate în manualele de fizică unitatea de măsură a energiei interne în S.I. poate fi exprimată prin relația:

a. $\text{N} \cdot \text{m}^2$ **b.** $\text{N} \cdot \text{m}$ **c.** $\frac{\text{N} \cdot \text{m}}{\text{K}}$ **d.** $\frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{K}}$ **(3p)**

3. O cantitate constantă de gaz ideal monoatomic ($C_V = \frac{3}{2}R$) descrie o transformare care se reprezintă într-un sistem de coordonate *p-V* ca în figura alăturată. Relația corectă dintre lucrul mecanic şi căldura schimbate de gaz cu mediul exterior este:



a. $Q = \frac{3L}{2}$
b. $Q = \frac{5L}{2}$
c. $Q = 3L$
d. $Q = \frac{7L}{2}$ **(2p)**

4. Intr-o transformare ciclică un gaz ideal primeşte căldura Q_1 şi cedează căldura Q_2<0 . Raportul $\frac{L}{Q_1}$ poate fi scris sub forma:

a. $\frac{Q_1 + Q_2}{Q_1}$ **b.** $\frac{Q_1 - Q_2}{Q_1}$ **c.** $\frac{1 - Q_2}{Q_1}$ **d.** $\frac{Q_2 - Q_1}{Q_1}$ **(5p)**

5. Utilizând notațiile din manualele de fizică, relația Robert - Mayer poate fi scrisă sub forma:

a. $C_p + C_V = \frac{R}{\mu}$ **b.** $C_V - C_p = R$ **c.** $c_p - c_V = \frac{R}{\mu}$ **d.** $c_p - c_V = \frac{\rho_0 T_0}{p_0}$ **(2p)**

B. SUBIECTUL II – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

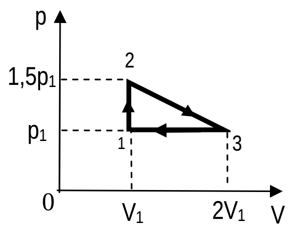
Într-un vas închis de volum V = 0,06 m^3 se află un amestec format din $N_1 = 4 \cdot 10^{23}$ molecule de oxigen cu masa molară $\mu_1 = 32$ g/mol şi $N_2 = 12 \cdot 10^{23}$ molecule de azot cu masa molară $\mu_2 = 28$ g/mol . Amestecul se află în echilibru termodinamic şi poate fi considerat gaz ideal. Determinați:

a. numărul total de moli de gaz din vas;
b. masa unei molecule de oxigen;
c. densitatea amestecului;
d. masa molară a amestecului.

B. SUBIECTUL III – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Un mol de gaz ideal diatomic ($C_V = \frac{5}{2}R$), aflat inițial în starea 1, în care presiunea este $p_1 = 4 \cdot 10^5$ Pa şi volumul $V_1 = 4{,}155\,\ell$, este supus transformării ciclice $1 \to 2 \to 3 \to 1$, reprezentată în sistemul de coordonate *p-V* ca în figura alăturată. Determinați:



a. energia internă a gazului în starea 2;
b. lucrul mecanic total schimbat de gaz cu exteriorul după parcurgerea unui ciclu complet;
c. căldura schimbată de gaz cu exteriorul în transformarea $3 \to 1$;
d. variația energiei interne a gazului după parcurgerea a 5 cicluri complete.

Varianta 15 - termodinamica

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

Se consideră: numărul lui Avogadro $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{mol}^{-1}$, constanta gazelor ideale $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$. Între parametri de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația: $p \cdot V = \nu RT$. Exponentul adiabatic este definit prin relația: $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

SUBIECTUL I – (15 puncte)

Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului considerat corect.

1. Ştiind că simbolurile mărimilor fizice sunt cele utilizate în manualele de fizică, relația de definiție a căldurii molare este:

a. $C_\mu = \frac{Q}{\Delta T}$ **b.** $C_\mu = \frac{Q}{\upsilon \cdot \Delta T}$ **c.** $C_\mu = \frac{Q}{\mu \cdot \Delta T}$ **d.** $C_\mu = \frac{Q}{m \cdot \Delta T}$ **(2p)**

2. Ştiind că simbolurile mărimilor fizice şi ale unităților de măsură sunt cele utilizate în manualele de fizică, unitatea de măsură a raportului $\frac{\mu \cdot p \cdot V}{R \cdot T}$ este:

a. kg **b.** kmol **c.** kg^{-1} **d.** kmol^{-1} **(5p)**

3. Dacă un gaz ideal suferă o transformare în care $p = aV$, $a = ct, a > 0$, atunci volumul gazului variază după legea:

a. $V = ct \cdot T^{-1}$ **b.** $V = ct \cdot T^2$ **c.** $V = ct \cdot T$ **d.** $V = ct \cdot \sqrt{T}$ **(3p)**

4. Ştiind că simbolurile mărimilor fizice sunt cele utilizate în manualele de fizică, în transformarea izotermă a unui gaz ideal este valabilă relația:

a. $L = 0$ **b.** $L = \upsilon R \Delta T$ **c.** $\Delta U = 0$ **d.** $Q = 0$ **(2p)**

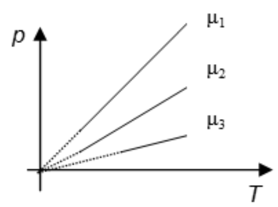
5. În diagrama alăturată sunt prezentate trei transformări efectuate, la acelaşi volum, efectuate de mase egale din trei gaze diferite. Relația care există între masele molare ale acestora este:

a. $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3$;

b. $\frac{1}{\mu_1} < \frac{1}{\mu_2} < \frac{1}{\mu_3}$;

c. $\mu_1 < \mu_2 < \mu_3$;

d. $\mu_1 = \mu_2 < \mu_3$;



(3p)

B. SUBIECTUL II – (15 puncte)

Rezolvați următoarea problemă:

Într-un recipient de volum $V = 83{,}1\ \ell$ se află un număr $N = 3{,}612 \cdot 10^{24}$ molecule de oxigen, considerat gaz ideal, ($\mu = 32$ g/mol) la temperatura $t_1 = 127^0\text{C}$. Gazul este încălzit izocor (V=constant) până la o temperatură $T_2 = 4T_1$. Din acest moment temperatura rămâne constantă, iar din recipient începe să iasă gaz până când presiunea scade de trei ori. Determinați:

a. numărul de moli de gaz în starea inițială;
b. densitatea gazului în starea inițială;
c. presiunea gazului în starea inițială;
d. fracțiunea f din masa oxigenului care iese din recipient.

B. SUBIECTUL III – (15 puncte)

Rezolvați următoarea problemă:

O masă de gaz ideal suferă o transformare adiabatică ($pV^\gamma = \text{const}$, $\gamma = \frac{4}{3}$). Gazul evoluează din starea 1 în care $p_1 = 16 \cdot 10^5$ Pa, $V_1 = 1{,}5\ \ell$ şi $T_1 = 600$ K în starea 2 în care $p_2 = 10^5$ Pa. Din starea 2 el suferă o transformare izotermă până în starea 3 şi revine la starea inițială printr-o transformare izobară.

a. Determinați temperatura gazului în starea 2.
b. Calculați valoarea lucrului mecanic efectuat în procesul $3 \to 1$.
c. Calculați variația energiei interne a gazului în procesul $1 \to 2$.
d. Reprezentați procesul $2 \to 3 \to 1$ în sistemul de coordonate p-V.

Varianta 16 - termodinamica

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

Se consideră: numărul lui Avogadro $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23}\,\text{mol}^{-1}$, constanta gazelor ideale $R = 8{,}31\dfrac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$. Între parametri de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația: $p \cdot V = \nu RT$. Exponentul adiabatic este definit prin relația: $\gamma = \dfrac{C_P}{C_V}$

UBIECTUL I – **(15 puncte)**

Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului considerat corect.

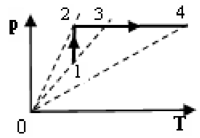
1. Ştiind că simbolurile mărimilor fizice sunt cele utilizate în manuale de fizică, relația de definiție a capacității calorice este:

a. $C = \dfrac{Q}{m \cdot \Delta T}$ **b.** $C = \dfrac{Q}{\nu \cdot \Delta T}$ **c.** $C = \dfrac{Q}{\Delta T}$ **d.** $C = Q \cdot \Delta T$ **(2p)**

2. Ținând cont că simbolurile mărimilor fizice şi ale unităților de măsură sunt cele utilizate în manuale de fizică, unitatea de măsură a mărimii reprezentate prin produsul $\nu C_V T$ este:

a. K **b.** J **c.** N/m^2 **d.** J/K **(3p)**

3. Volumul maxim al unei cantități date de gaz, considerat ideal, care este supus transformării $1 \to 2 \to 3 \to 4$ din figura alăturată, corespunde stării:



a. 1
b. 2
c. 3
d. 4 **(5p)**

4. Masa unei cantități de apă ($\mu = 18$ kg/kmol) care conține $1{,}2046 \cdot 10^{23}$ molecule este egală cu:

a. $3{,}6\,\text{g}$ **b.** $7{,}2\,\text{g}$ **c.** $3{,}6\,\text{kg}$ **d.** $7{,}2\,\text{kg}$ **(3p)**

5. Un gaz ideal, aflat inițial în starea 1, având presiunea $p_1 = 2{,}5 \cdot 10^5$ N/m^2 şi volumul $V_1 = 2\,\ell$, este supus unei transformări izoterme, în urma căreia volumul creşte de e^2 ori, e fiind baza logaritmilor naturali ($e \cong 2{,}718...$). Lucrul mecanic efectuat de gaz în cursul acestei transformări are valoarea:

a. $250\,\text{J}$ **b.** $500\,\text{J}$ **c.** $1000\,\text{J}$ **d.** $2000\,\text{J}$ **(2p)**

B. SUBIECTUL II – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

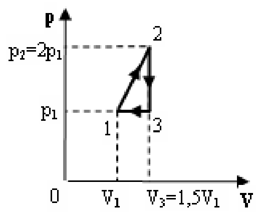
Într-un balon de sticlă de volum $V_1 = 4\,\ell$ se află $m_1 = 2 \cdot 10^{-3}\,\text{kg}$ de azot molecular ($\mu_{N_2} = 28\,\text{kg/kmol}$). Un al doilea balon de sticlă, de volum $V_2 = 3{,}5\,\ell$, conține $m_2 = 4 \cdot 10^{-3}\,\text{kg}$ de oxigen molecular ($\mu_{O_2} = 32$ kg/kmol). Temperatura este aceeaşi în ambele baloane, iar cele două gaze pot fi considerate ideale.

a. Determinați numărul de molecule de oxigen din al doilea balon.
b. Calculați raportul dintre numărul de moli de azot şi numărul de moli de oxigen.
c. Aflați raportul dintre presiunile gazelor din cele două baloane.
d. Cele două baloane sunt puse în legătură prin intermediul unui tub subțire, de dimensiuni neglijabile. Determinați, în aceste condiții, masa molară a amestecului omogen care ocupă volumul ambelor baloane şi este format din molecule de azot şi de oxigen.

B. SUBIECTUL III – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Un mol de gaz ideal diatomic, ($C_V = \dfrac{5}{2}R$), aflat inițial în starea 1 în care parametrii sunt $p_1 = 3 \cdot 10^5$ N/m^2 şi $V_1 = 4\,\ell$, este supus transformării ciclice $1 \to 2 \to 3 \to 1$ reprezentată în sistemul de coordonate *p-V* în figura alăturată. Determinați:



a. energia internă a gazului în starea 1;
b. lucrul mecanic schimbat de gaz cu exteriorul în cursul transformării $1 \to 2$;
c. căldura schimbată de gaz cu exteriorul în cursul transformării $1 \to 2$;
d. valoarea raportului dintre lucrul mecanic total schimbat de gaz cu exteriorul în timpul unui ciclu şi căldura **primită** de gaz în acest timp.

Varianta 17 - termodinamica

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

Se consideră: numărul lui Avogadro $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23}\,\text{mol}^{-1}$, constanta gazelor ideale $R = 8{,}31\frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$. Între parametri de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația: $p \cdot V = \nu RT$. Exponentul adiabatic este definit prin relația: $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

SUBIECTUL I – **(15 puncte)**

Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului considerat corect.

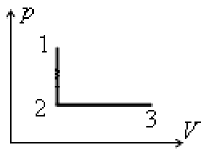
1. Ştiind că simbolurile mărimilor fizice şi ale unităților de măsură sunt cele utilizate în manualele de fizică unitatea de măsură a căldurii în S.I. este:

a. J **b.** kg **c.** N **d.** N/m^2 **(5p)**

2. Unei densități de $10\,\text{g/cm}^3$ îi corespunde, în unități din S.I. o valoare egală cu:

a. $10\,\text{kg/m}^3$ **b.** $100\ \text{kg/m}^3$ **c.** $1000\ \text{kg/m}^3$ **d.** $10^4\,\text{kg/m}^3$ **(2p)**

3. Un gaz ideal suferă procesul 1-2-3 din figură. Ştiind că $T_1 = T_3$, variația energiei interne a gazului în acest proces are expresia:



a. $\Delta U = \nu C_V (T_2 - T_1) + \nu C_p (T_3 - T_2)$

b. 0

c. nu se poate preciza

d. $\Delta U = \nu C_p (T_2 - T_1)$ **(3p)**

4. O masă constantă de gaz ideal suferă o transformare în care presiunea se dublează, iar temperatura rămâne constantă. În aceste condiții, volumul gazului:

a. creşte de două ori **b.** creşte de patru ori **c.** scade de două ori **d.** rămâne constant **(3p)**

5. Ținând cont că simbolurile mărimilor fizice sunt cele folosite în manualele de fizică, lucrul mecanic într-o transformare în care volumul gazului ideal rămâne constant are expresia:

a. $L = \nu RT$ **b.** $L = mRT$ **c.** $L = 0$ **d.** $L = \nu R \Delta T$ **(2p)**

B. SUBIECTUL II – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

O cantitate dată de gaz ideal ocupă un volum $V_1 = 0{,}3\,\text{m}^3$ la presiunea $p_1 = 30\,\text{kPa}$ şi temperatura $t_1 = 27\,^0C$. Gazul efectuează o transformare care verifică ecuația $p = aV$, cu a=constant. Volumul final este de $n = 2$ ori mai mare decât cel inițial. Determinați:

a. cantitatea de substanță.

b. presiunea gazului în starea 2.

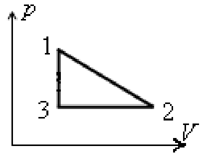
c. temperatura gazului în starea finală.

d. valoarea raportului dintre densitatea gazului în starea inițială şi densitatea gazului în starea finală.

B. SUBIECTUL III – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Un kilomol de oxigen ($\mu = 32$ g/mol, $C_V = 5R/2$) efectuează un proces termodinamic ciclic reversibil reprezentat în coordonate *p-V* în figura alăturată. Cunoscând presiunea gazului în starea de echilibru termodinamic 1, $p_1 = 416{,}5$ kPa şi densitatea sa în această stare $\rho_1 = 3{,}2\ \text{kg/m}^3$ şi ştiind că între parametrii gazului există relațiile $p_3 = \frac{p_1}{2}$ şi $V_2 = 2V_1$,



a. Reprezentați procesele $2 \to 3 \to 1$ în sistemul de coordonate *V-T*.

b. Calculați lucrul mecanic schimbat de gaz cu mediul exterior în transformarea $1 \to 2$.

c. Calculați variația energiei interne în transformarea $2 \to 3$.

d. Calculați căldura schimbată de gaz cu mediul exterior în transformarea $3 \to 1$.

Varianta 18 - termodinamica

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

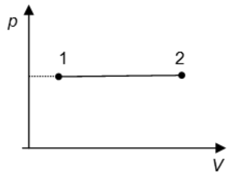
Se consideră: numărul lui Avogadro $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23} \text{mol}^{-1}$, constanta gazelor ideale $R = 8{,}31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$. Între parametri de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația: $p \cdot V = \nu RT$. Exponentul adiabatic este definit prin relația: $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

SUBIECTUL I – (15 puncte)

Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului considerat corect.

1. Ştiind că simbolurile mărimilor fizice sunt cele utilizate în manualele de fizică, unitatea de măsură în S.I. a mărimii fizice exprimată prin relația $mc\Delta t$ este aceeaşi cu cea a:
a. lucrului mecanic;
b. temperaturii absolute;
c. presiunii;
d. volumului. **(2p)**

2. O cantitate $\upsilon = 1$ mol de gaz ideal suferă o transformare care se reprezintă într-un sistem de coordonate *p-V* ca în figura alăturată Prin destindere gazul efectuează un lucru mecanic $L = 83{,}1 \text{J}$. Temperatura creşte cu:



a. $0{,}1 \text{K}$
b. 1K
c. 10K
d. 100K **(5p)**

3. Ciclul idealizat de funcționare al motorului Diesel este format din:
a. doua adiabate, o izobară şi o izocoră;
b. două adiabate şi două izocore;
c. doua izoterme şi două adiabate;
d. două izoterme, o izocoră şi o izobară. **(3p)**

4. Temperatura unui corp variază între $t_1 = 22^0\text{C}$ şi $T_2 = 300\text{K}$. Variația temperaturii este de aproximativ:
a. 322K **b.** 49 K **c.** 27^0C **d.** 5 K **(2p)**

5. O cantitate $\upsilon = 2 \text{kmoli}$ de substanță primeşte căldura $Q = 900 \text{J}$ şi ca urmare îşi măreşte temperatura cu $\Delta T = 30 \text{K}$. Căldura molară a acestei substanțe este:
a. $60 \text{kJ}/(\text{mol} \cdot \text{K})$ **b.** $60 \text{J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$ **c.** $15 \text{J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$ **d.** $0{,}015 \text{J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$ **(3p)**

B. SUBIECTUL II – (15 puncte)

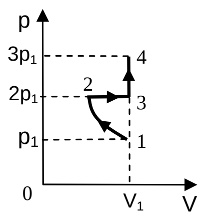
Rezolvați următoarea problemă:

O masă $m = 12 \text{g}$ de hidrogen molecular ($\mu_{H_2} = 2 \text{g/mol}$), considerat gaz ideal, aflat inițial în starea 1, în care presiunea este $p_1 = 8{,}31 \cdot 10^5 \text{Pa}$ şi volumul $V_1 = 6\,\ell$, este supus unei destinderi la presiune constantă până la dublarea volumului, apoi unei comprimări la temperatură constantă până când volumul devine egal cu volumul din starea 1. Determinați:
a. cantitatea de substanță;
b. numărul de molecule de gaz din unitatea de volum în starea 2;
c. temperatura gazului în starea 2;
d. variația relativă a presiunii gazului între stările 2 şi 3;

B. SUBIECTUL III – (15 puncte)

Rezolvați următoarea problemă:

Un mol de gaz ideal monoatomic ($C_V = \frac{3}{2}R$), aflat inițial în starea 1, în care presiunea este $p_1 = 0{,}5 \cdot 10^5 \text{N/m}^2$ şi volumul $V_1 = 2\,\ell$, este supus transformării $1 \to 2 \to 3 \to 4$, reprezentată în coordonate *p-V* în figura alăturată. Transformarea $1 \to 2$ este izotermă. Se consideră $\ln 2 \cong 0{,}693$. Se cere:



a. valoarea maximă a energiei interne a gazului;
b. căldura schimbată de gaz cu exteriorul în cursul transformării $1 \to 2$;
c.lucrul mecanic total schimbat de gaz cu exteriorul în cursul transformării $1 \to 2 \to 3 \to 4$;
d. reprezentarea grafică a transformării $1 \to 2 \to 3 \to 4$ într-un sistem de coordonate *V-T*.

Variranta 19 - termodinamica

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

Se consideră: numărul lui Avogadro $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} mol^{-1}$, constanta gazelor ideale $R = 8,31 \frac{J}{mol \cdot K}$. Între parametri de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația: $p \cdot V = \nu RT$. Exponentul adiabatic este definit prin relația: $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

SUBIECTUL I – **(15 puncte)**

Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului considerat corect.

1.Ştiind că simbolurile unităților de măsură sunt cele utilizate în manualele de fizică, unitatea de măsură în S.I. a mărimii fizice exprimată prin relația $Q - L$ este:

a. J **b.**K **c.**Pa **d.** Kg **(2p)**

2.Prin încălzirea unui gaz ideal cu $\Delta T = 200\,K$ la presiune constantă, volumul său s-a mărit de două ori. Temperatura finală a gazului are valoarea:

a. $T = 200\,K$ **b.** $T = 273\,K$ **c.** $T = 400\,K$ **d.** $T = 546\,K$ **(3p)**

3. Energia internă a unui sistem termodinamic izolat adiabatic care efectuează lucru mecanic:

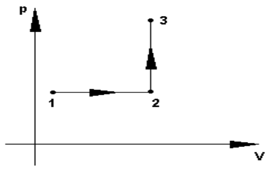
a. scade;
b. creşte;
c. rămâne constantă;
d. creşte, iar apoi scade **(3p)**

4.O cantitate $\nu = \frac{1}{8,31}$moli de gaz ideal monoatomic ($C_p = \frac{5}{2}R$) este încălzită de la $T_1 = 300\,K$ la $t_2 = 127^0 C$. Variația energiei interne a gazului are valoarea :

a. 150 J **b.** 250J **c.** 831J **d.** 982 J **(5p)**

5. Procesul $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3$ reprezentat în sistemul de coordonate *p-V* ca în figură alăturată este format din următoarea succesiune de transformări:

a.răcire izobară urmată de încălzire izocoră;
b.comprimare izobară urmată de încălzire izocoră;
c.comprimare izobară urmată de o răcire izocoră;
d.încălzire izobară urmată de o încălzire izocoră.



(2p)

B. SUBIECTUL II – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Într-o butelie de volum $V = 0,5\,m^3$ se găseşte o masă $m_1 = 2\,kg$ de oxigen (O_2), considerat gaz ideal. O parte din gaz fiind consumată, masa acestuia a devenit $m_2 = 0,5\,kg$. Temperatura este menținută constantă la valoarea $t = 27^\circ C$. Se cunoaşte masa molară a oxigenului $\mu_{O_2} = 32$ kg/kmol .Determinați:

a. masa unei molecule de oxigen;
b. presiunea inițială a gazului din butelie;
c. densitatea gazului rămas în butelie;
d. numărul de molecule care au ieşit din butelie.

B. SUBIECTUL III – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

O cantitate de azot (N_2) de masă $m = 20\,g$ este închisă într-o incintă, aflându-se inițial la presiunea $p_0 = 10^5\,N/m^2$ şi temperatura $t_1 = 27^\circ C$. Gazul este încălzit la volum constant, până când presiunea a crescut de $n = 3$ ori. Din această stare gazul se destinde, temperatura menținându-se constantă, până când presiunea devine din nou egală cu valoarea inițială. Se cunoaşte masa molară a azotului molecular $\mu_{N2} = 28$ g/mol , căldura molară izocoră $C_V = \frac{5}{2}R$ şi $\ln 3 \cong 1,1$.

a. Reprezentați procesele efectuate de gaz în sistemul de coordonate *p-V*.
b. Determinați căldura primită de gaz.
c. Calculați variația energiei interne a gazului.
d. Determinați valoarea lucrului mecanic schimbat de gaz cu mediul exterior.

Varianta 20 - termodinamica

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

Se consideră: numărul lui Avogadro $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23}\,\text{mol}^{-1}$, constanta gazelor ideale $R = 8{,}31\dfrac{\text{J}}{\text{mol}\cdot\text{K}}$. Între parametri de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația: $p \cdot V = \nu RT$. Exponentul adiabatic este definit prin relația: $\gamma = \dfrac{C_P}{C_V}$

SUBIECTUL I – **(15 puncte)**

Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului considerat corect.

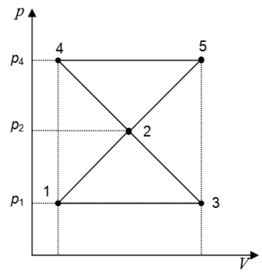
1. Mărimea fizică numeric egală cu căldura necesară modificării temperaturii unui corp cu $1\,\text{K}$ se numeşte:

a. căldură specifică **b.** căldură molară **c.** capacitate calorică **d.** putere calorică **(2p)**

2. Ştiind că simbolurile mărimilor fizice şi ale unităților de măsură sunt cele utilizate în manualele de fizică, unitatea de măsură în S.I. a expresiei $\dfrac{p \cdot V}{T}$ este:

a. $\text{J}\cdot\text{K}^{-1}$ **b.** $\text{J}\cdot\text{mol}^{-1}$ **c.** $\text{J}\cdot\text{K}$ **d.** $\text{J}\cdot\text{mol}$ **(5p)**

3. O masă dată de gaz ideal efectuează transformările ciclice 1231 şi 2452 reprezentate într-un sistem de coordonate *p-V* ca în figura alăturată. Cunoscând că $\dfrac{p_2}{p_1} = 2$ şi $\dfrac{p_4}{p_1} = 3$, alegeți relația corectă dintre lucrul mecanic schimbat de gaz cu mediul exterior în cele două transformări ciclice:



a. $L_{1231} = L_{2452}$

b. $L_{1231} = 2L_{2452}$

c. $L_{1231} = 3L_{2452}$

d. $|L_{1231}| = L_{2452}$

(3p)

4. Căldurile molare pentru gaze se pot exprima cu ajutorul exponentului adiabatic γ. Raportul C_V / R este egal cu:

a. $\gamma(\gamma - 1)$ **b.** $\gamma - 1$ **c.** $\dfrac{1}{\gamma - 1}$ **d.** $\dfrac{\gamma - 1}{\gamma}$ **(2p)**

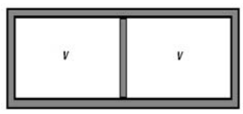
5. Două corpuri cu mase egale, având temperaturi diferite, sunt puse în contact termic. Căldurile specifice ale celor două corpuri sunt în relația $c_2 = \dfrac{c_1}{3}$ iar între temperaturile inițiale ale celor două corpuri există relația $T_2 = 3 \cdot T_1$. Temperatura finală T a sistemului după stabilirea echilibrului termic, se exprimă ca:

a. $T = 2{,}5 \cdot T_1$ **b.** $T = 1{,}5 \cdot T_1$ **c.** $T = T_1$ **d.** $T = 0{,}5 \cdot T_1$ **(3p)**

B. SUBIECTUL II – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Cilindrul reprezentat în figura alăturată este separat în două compartimente cu ajutorul unui piston termoconductor, inițial blocat. Volumele celor două compartimente sunt egale. Într-un compartiment al acestui cilindru este închisă o masă $m = 0{,}16\,\text{g}$ de hidrogen molecular $(\mu_{H_2} = 2\,\text{g}\cdot\text{mol}^{-1})$, considerat gaz ideal, aflată la temperatura $T_1 = 300\,\text{K}$, iar în celălalt compartiment, o masă de 3 ori mai mare din acelaşi gaz, aflată la temperatura $T_2 = 400\,\text{K}$. În condițiile în care cilindrul este izolat adiabatic față de mediul exterior, determinați:



a. numărul total de molecule de gaz din cilindru;

b. valoarea inițială a raportului presiunilor gazelor din cele două compartimente;

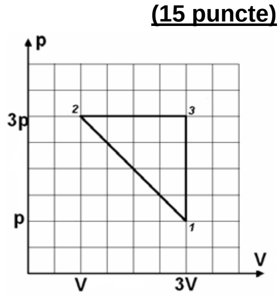
c. valoarea raportului presiunilor gazelor din cele două compartimente după stabilirea echilibrului termic;

d. noua valoare a raportului volumelor celor două compartimente dacă, după stabilirea echilibrului termic, pistonul s-ar debloca.

B. SUBIECTUL III – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Un motor termic având ca substanță de lucru $1\,\text{mol}$ de gaz ideal monoatomic ($C_V = \dfrac{3}{2}R$) parcurge ciclul termodinamic reprezentat în figură. Fiind cunoscute valorile parametrilor $p = 10^5\,\text{Pa}$ respectiv, $V = 10\,\ell$,



a. Determinați lucrul mecanic schimbat de gaz cu mediul exterior la fiecare parcurgere a procesului ciclic;

b. Calculați variația energiei interne în trasformarea $2 \to 3$

c. Determinați căldura schimbată de substanța de lucru în procesul $2 \to 3$, precizând dacă este primită sau cedată;

d. Reprezentați grafic în sistemul de coordonate *V-T* transformarea $2 \to 3 \to 1$.

.

Variante 21 - termodinamica

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

Se consideră: numărul lui Avogadro $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23}\,\text{mol}^{-1}$, constanta gazelor ideale $R = 8{,}31\frac{\text{J}}{\text{mol}\cdot\text{K}}$. Între parametri de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația: $p \cdot V = \nu RT$. Exponentul adiabatic este definit prin relația: $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

SUBIECTUL I – **(15 puncte)**

Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului considerat corect.

1. Un gaz cu masa molară μ şi densitate ρ se află închis într-un vas. Numărul de molecule conținute în unitatea de volum este:

a. $n = \frac{\rho\mu}{N_A}$ **b.** $n = \frac{\rho N_A}{\mu}$ **c.** $n = \frac{\rho N_A}{2\mu}$ **d.** $n = \frac{\rho\mu}{2N_A}$ **(2p)**

2. Ştiind că simbolurile unităților de măsură sunt cele utilizate în manualele de fizică, unitatea de măsură a energiei interne în S.I. este:

a. Pa **b**. J **c.** W **d.** N **(3p)**

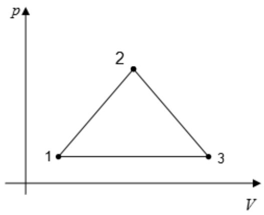
3. Lucrul mecanic şi căldura sunt mărimi care caracterizează:

a. starea energetică a unui sistem termodinamic;
b. intensitatea mişcării de agitație moleculară din sistemul termodinamic;
c. energia de interacțiune dintre moleculele ce alcătuiesc un sistem termodinamic;
d. schimbul de energie dintre sistemul termodinamic şi mediul exterior. **(3p)**

4. Într-un cilindru prevăzut cu un piston mobil şi uşor, care se poate deplasa fără frecare, se află un gaz diatomic ($C_P = 7R/2$). Pistonul este lăsat liber şi gazul absoarbe căldura Q. Variația energiei interne a gazului este:

a. $\Delta U = \frac{9Q}{7}$ **b.** $\Delta U = \frac{7Q}{9}$ **c.** $\Delta U = Q$ **d**. $\Delta U = \frac{5Q}{7}$ **(2p)**

5. O masă dată de gaz ideal efectuează transformările ciclice 1231, respectiv 1321 reprezentate în coordonate *p-V* ca figura alăturată. Relația corectă dintre lucrurile mecanice schimbate de gazul ideal cu mediul exterior este:



a. $|L_{1231}| = L_{1321}$
b. $L_{1231} = -L_{1321}$
c. $L_{1231} = 2L_{1321}$
d. $L_{1231} = 3L_{1321}$ **(5p)**

B. SUBIECTUL II – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

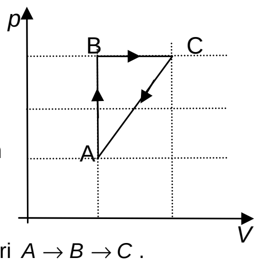
Într-un vas închis, cu pereți rigizi se află în condiții fizice normale ($p_0 = 10^5$ N/m^2 şi $t_0 = 0^0$C) un amestec de gaze, considerat gaz ideal, format dintr-un număr $N_1 = 12 \cdot 10^{23}$ molecule de azot $(\mu_1 = 28$ g/mol$)$ şi un număr N_2 molecule de oxigen $(\mu_2 = 32\,\text{g/mol})$, masa molară a amestecului fiind $\mu = 29\,\text{g/mol}$. Determinați:

a. masa azotului din vas;
b. numărul N_2 de molecule de oxigen din vas;
c. concentrația n a moleculelor (numărul de molecule din unitatea de volum);
d. densitatea amestecului format din cele două gaze.

B. SUBIECTUL III – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Un motor termic funcționează după un ciclu ABCA reprezentat în coordonate *p-V* în figura alăturată,. În starea inițială gazul ocupă volumul $V_A = 4\,\ell$ la presiunea $p_A = 200\,\text{kPa}$, în starea B presiunea este $p_B = 3p_A$, iar în C volumul este $V_C = 2V_A$. Cunoscând $C_V = 5R/2$, se cere:



a. valoarea lucrului mecanic schimbat de substanța de lucru cu exteriorul în transformarea CA;
b. căldura primită de gaz în transformarea BC;
c. variația energiei interne a gazului în transformarea AB;
d. să reprezentați grafic în sistemul de coordonate *p-T* succesiunea de transformări $A \to B \to C$.

Varianta 22 - termodinamica

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

Se consideră: numărul lui Avogadro $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23}\,\text{mol}^{-1}$, constanta gazelor ideale $R = 8{,}31\dfrac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$. Între parametri de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația: $p \cdot V = \nu RT$. Exponentul adiabatic este definit prin relația: $\gamma = \dfrac{C_P}{C_V}$

SUBIECTUL I – **(15 puncte)**

Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului considerat corect.

1. Considerând că notațiile sunt cele utilizate în manualele de fizică, expresia energiei interne a gazului ideal monoatomic ($C_V = \frac{3}{2}R$) este:

a. $U = \dfrac{\nu RT}{2}$ **b.** $U = \nu RT$ **c.** $U = \dfrac{5}{2}\nu RT$ **d.** $U = \dfrac{3}{2}\nu RT$ **(2p)**

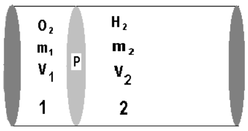
2. Ştiind că simbolurile unităților de măsură sunt cele utilizate în manualele de fizică, unitatea de măsură, în S.I. , pentru căldura specifică este:

a. $\dfrac{\text{J}}{\text{K}}$ **b.** $\dfrac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$ **c.** $\dfrac{\text{J}}{\text{N} \cdot \text{K}}$ **d.** $\dfrac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ **(5p)**

3. Lucrul mecanic efectuat de un mol de gaz ideal monoatomic ($C_V = \frac{3}{2}R$**)** într-un proces adiabatic, de la o stare inițială cu temperatura $t_1 = 27°\text{C}$ la o stare finală în care temperatura absolută se dublează, are valoarea:

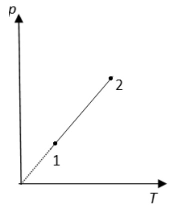
a. $-3{,}7395\,\text{kJ}$ **b.** $-2{,}493\,\text{kJ}$ **c.** $2{,}493\,\text{kJ}$ **d.** $3{,}7395\,\text{kJ}$ **(3p)**

4. Un vas cilindric orizontal închis la capete este împărțit în două compartimente (1 şi 2) cu ajutorul unui piston care se poate mişca fără frecare, astfel încât $V_2 = 4V_1$, ca în figura alăturată. Ştiind că în compartimentul 1 se află oxigen ($\mu_{O_2} = 32\,\text{g/mol}$), iar al doilea conține hidrogen ($\mu_{H_2} = 2\,\text{g/mol}$), cele două gaze fiind în echilibru termic, raportul maselor m_1 / m_2 este:



a. 1 / 4 **b.** 2 **c.** 4 **d.** 8 **(2p)**

5. O cantitate constantă de gaz ideal descrie o transformare reprezentată în coordonate $p - T$ în figura alăturată. Căldura primită de gaz pentru ca temperatura să-i crească cu ΔT are expresia:



a. $Q = \nu R \Delta T$
b. $Q = \nu C_V \Delta T$
c. $Q = \nu C_p \Delta T$
d. $Q = p\Delta V$

(3p)

B. SUBIECTUL II – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

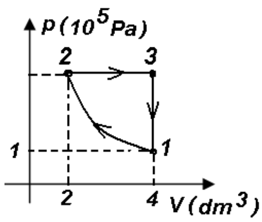
Într-un balon cu pereți rigizi, de volum $V = 83{,}1\ell$, se află un număr $N = 18{,}06 \cdot 10^{23}$ molecule de oxigen, considerat gaz ideal, la temperatura $t = 47°\text{C}$ ($\mu_{O_2} = 32\,\text{g/mol}$). Determinați:

a. masa de oxigen din balon;
b. densitatea oxigenului din balon în condițiile date;
c. presiunea gazului din balon, exprimată în unități de măsură SI;
d. masa molară a amestecului de gaze obținut după introducerea unei mase $m_{He} = 28\,\text{g}$ de heliu ($\mu_{He} = 4\,\text{g/mol}$).

B. SUBIECTUL III – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Un mol de gaz ideal monoatomic evoluează după un ciclu termodinamic reprezentat în coordonate *p-V* în graficului alăturat. Se cunoaşte că în transformarea $1 \rightarrow 2$ temperatura este constantă, căldura molară la volum constant $C_V = \frac{3}{2}R$ şi $\ln 2 = 0{,}693$.



a. Reprezentați ciclul termodinamic în sistemul de coordonate *V-T*.
b. Calculați lucrul mecanic schimbat de gaz cu mediul exterior în procesul $2 \rightarrow 3$.
b. Calculați variația energiei interne a gazului în procesul $3 \rightarrow 1$.
d. Calculați căldură cedată de gaz mediului exterior în procesul $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 1$.

Varianta 23 - termodinamica

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

Se consideră: numărul lui Avogadro $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23}\,\text{mol}^{-1}$, constanta gazelor ideale $R = 8{,}31\dfrac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$. Între parametri de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația: $p \cdot V = \nu RT$. Exponentul adiabatic este definit prin relația: $\gamma = \dfrac{C_P}{C_V}$

SUBIECTUL I – (15 puncte)

Pentru itemii 1-5 scrieţi pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului considerat corect.

1. Dacă într-o transformare la presiune constantă a unei cantități constante de gaz ideal volumul gazului creşte cu 50%, iar temperatura inițială este $T_1 = 200\,\text{K}$ temperatura finală va fi egală cu:

a. 300 K **b.** 360 K **c.** 400 K **d.** 450 K **(2p)**

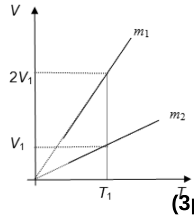
2. Unitatea de măsură din S.I. a mărimii egale cu raportul dintre lucrul mecanic schimbat de un gaz cu mediul exterior şi căldura schimbată de gaz cu mediul exterior în decursul unei transformări este aceeaşi cu a:

a. căldurii specifice;
b. căldurii molare;
c. exponentului adiabatic;
d. constantei gazelor ideale. **(3p)**

3. Alegeți afirmația corectă referitoare la energia internă a unui gaz ideal:

a. Creşte într-o destindere la temperatură constantă;
b. Creşte într-o comprimare adiabatică;
c. Scade într-o încălzire la volum constant;
d. Scade într-o destindere la presiune constantă. **(5p)**

4. Două mase diferite din acelaşi gaz ideal efectuează două transformări reprezentate în coordonate *V-T* ca în figura alăturată. Cunoscând că presiunea la care au loc transformările este aceeaşi, relația dintre masele celor două gaze este:



a. $m_1 = 2m_2$
b. $m_2 = 2m_1$
c. $m_1 = 4m_2$
d. $m_2 = 4m_1$ **(3p)**

5. Gazul dintr-un corp de pompă suferă următoarele transformări: mai întâi este încălzit izocor, primind o cantitate de căldură egală cu 10 kJ, apoi revine la presiunea inițială printr-o destindere izotermă. În acord cu primul principiu al termodinamicii, despre variația energiei interne a gazului în transformarea descrisă se poate afirma că:

a. este mai mică decât − 10 kJ
b. este egală cu − 10 kJ
c. este mai mare decât 10 kJ
d. este egală cu 10 kJ **(2p)**

B. SUBIECTUL II – (15 puncte)

Rezolvați următoarea problemă:

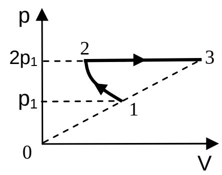
O cantitate egală cu $\nu = 0{,}25\,\text{mol}$ de azot molecular ($\mu_{N_2} = 28\,\text{g/mol}$), considerat gaz ideal, aflat inițial în starea 1, în care volumul este $V_1 = 1{,}4\,\ell$, este încălzit la volum constant până la dublarea temperaturii, iar apoi este comprimat la temperatură constantă până volumul se reduce la jumătate din valoarea inițială. Determinați

a. masa unei molecule de azot;
b. numărul de molecule de gaz din unitatea de volum în starea 2;
c. valoarea densității gazului în starea 3;
d. variația relativă a presiunii între stările 1 şi 3.

B. SUBIECTUL III – (15 puncte)

Rezolvaţi următoarea problemă:

Un mol de gaz ideal poliatomic ($C_V = 3R$), aflat inițial în starea 1, în care temperatura este $t_1 = -23^0\text{C}$, este supus transformării $1 \to 2 \to 3$, reprezentată în sistemul de coordonate p-*V* în figura alăturată. Transformarea $1 \to 2$ este izotermă. Se consideră $\ln 2 \cong 0{,}693$.



Se cere:

a. reprezentarea transformării într-un sistem de coordonate (*p,T*);
b. valoarea lucrului mecanic schimbat de gaz cu exteriorul în cursul transformării $2 \to 3$;
c. diferența dintre energia internă a gazului în starea 3 şi energia internă a gazului în starea 1;
d. valoarea căldurii schimbată de gaz cu exteriorul în cursul transformării $1 \to 2$.

Variante 24 - termodinamica

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

Se consideră: numărul lui Avogadro $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23}\,\text{mol}^{-1}$, constanta gazelor ideale $R = 8{,}31\dfrac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$. Între parametri de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația: $p \cdot V = \nu RT$. Exponentul adiabatic este definit prin relația: $\gamma = \dfrac{C_P}{C_V}$

SUBIECTUL I – **(15 puncte)**

Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului considerat corect.

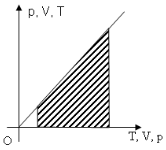
1. Simbolurile unităților de măsură fiind cele utilizate în manuale, unitatea de măsură în S.I. pentru căldura molară este:

a. $\dfrac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ **b.** $\dfrac{\text{J}}{\text{kmol} \cdot \text{K}}$ **c.** $\dfrac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$ **d.** $\dfrac{\text{J}}{\text{K}}$ **(2p)**

2. Setul de trei relații $\upsilon = \dfrac{m}{\mu} = \dfrac{N}{N_A} = \dfrac{V}{V_\mu}$ utilizate în termodinamică, în conformitate cu notațiile din manuale, sunt toate simultan valabile pentru sisteme termodinamice aflate în stare:

a. gazoasă **b.** lichidă **c.** solidă **d.** în orice stare de agregare **(3p)**

3. În figura alăturată aria haşurată are dimensiunea aceeaşi cu cea a lucrului mecanic efectuat de o masă de gaz dacă perechile de mărimi de pe ordonată, respectiv abscisă sunt:



a. $p - T$

b. $T - V$

c. $p - V$

d. $V - T$ **(5p)**

4 O bucată de fier este scoasă iarna dintr-o oțelărie, temperatura ei scăzând cu $\Delta t = 30^\circ\text{C}$ până la temperatura de 0°C a mediului ambiant. În urma acestui proces fierul a cedat mediului exterior căldura Q_1. Apoi este introdusă într-o etuvă, în care, primind căldura Q_2, i se dublează temperatura. Raportul dintre aceste două călduri este egal cu:

a. $\dfrac{Q_2}{Q_1} = 1$ **b.** $\dfrac{Q_2}{Q_1} = 3$ **c.** $\dfrac{Q_2}{Q_1} = 5{,}9$ **d.** $\dfrac{Q_2}{Q_1} = 9{,}1$ **(3p)**

5. Într-o transformare ciclică, variația energiei interne a gazului ideal este egală cu:

a. $\nu C_V T$ **b.** 0 **c.** $\dfrac{3}{2}\nu RT$ **d.** $p \cdot V$ **(2p)**

B. SUBIECTUL II – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

O masă $m = 160\,\text{g}$ oxigen ($\mu = 32\,\text{g/mol}$), considerat gaz ideal, se află la presiunea $p_1 = 1\text{MPa}$ şi temperatura $t_1 = 47^0 C$. Gazul este supus unei transformări în care presiunea rămâne constantă, până la un volum de patru ori mai mare, apoi unei transformări în care volumul gazului rămâne constant, astfel încât presiunea se micşorează de două ori. Determinați:

a. numărul de molecule de oxigen;

b. densitatea gazului în starea inițială;

c. temperatura gazului la sfârşitul transformării în care presiunea a rămas constantă;

d. volumul gazului în starea finală.

B. SUBIECTUL III – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Un cilindru aşezat orizontal este închis cu ajutorul unui piston mobil, etanş, de masă neglijabilă care se poate mişca fără frecare. Cilindru conține o masă $m = 16$ g oxigen ($\mu = 32$ g/mol), considerat gaz ideal, la presiunea $p_1 = 0{,}5 \cdot 10^5\,\text{N/m}^2$ şi temperatura $t_1 = 47^0\text{C}$. Pistonul este blocat, iar gazul este încălzit până când presiunea devine egală cu presiunea atmosferică $p_0 = 10^5\,\text{N/m}^2$. Se deblochează pistonul. Gazul este încălzit în continuare până se dublează volumul. Se cunoaşte căldura molară izocoră $C_V = 5R/2$.

a. Reprezentați succesiunea de transformări suferite de gaz în sistemul de coordonate *p-V*.

b. Determinați căldura primită de gaz în procesul de mai sus;

c. Calculați variația energiei interne a gazului;

d. Determinați valoarea lucrului mecanic schimbat de gaz cu mediul exterior.

Varianta 25 - termodinamica

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

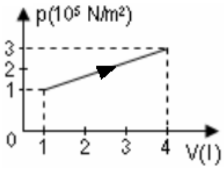
Se consideră: numărul lui Avogadro $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23} \text{mol}^{-1}$, constanta gazelor ideale $R = 8{,}31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$. Între parametri de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația: $p \cdot V = \nu RT$. Exponentul adiabatic este definit prin relația: $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

SUBIECTUL I – **(15 puncte)**

Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului considerat corect.

1. Simbolurile mărimilor fizice fiind cele utilizate în manualele de fizică, pentru un proces izoterm al gazului ideal, este corectă relația:

a. $\Delta U = 0$ **b.** $L = \nu R \Delta T$ **c.** $Q < L$ **d.** $Q = 0$ **(2p)**



2. Un gaz ideal efectuează un proces termodinamic care în sistemul de coordonate *p-V* se reprezintă grafic ca în figura alăturată. Lucrul mecanic efectuat de gaz are valoarea:

a. -600 J
b. -500 J
c. 500 J
d. 600 J **(3p)**

3. Pentru fiecare ciclu al unui motor *Diesel*, raportul dintre lucrul mecanic efectuat şi modulul căldurii cedate sursei reci este $2/3$; raportul dintre căldura primită şi lucrul mecanic efectuat este:

a. 1,5 **b.** 2,5 **c.** 3 **d.** 5 **(5p)**

4. Căldura molară la volum constant a unui gaz ideal este $C_V = 2{,}5R$. Exponentul adiabatic pentru acel gaz are valoarea:

a. 1,2 **b.** 1,3 **c.** 1,4 **d.** 1,8 **(3p)**

5. Ştiind că simbolurile unităților de măsură sunt cele utilizate în manualele de fizică, unitatea de măsură în S.I. a energiei interne este:

a. K (kelvin) **b.** J (joule) **c.** Pa (pascal) **d.** kmol **(2p)**

B. SUBIECTUL II – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

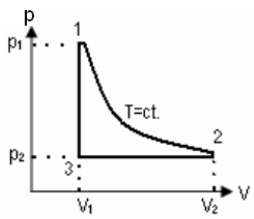
Un cilindru este închis cu ajutorul unui piston mobil, etanş, de masă neglijabilă, care se poate deplasa fără frecare. Cilindrul conține o cantitate de azot ($\mu = 28$ g/mol), considerat gaz ideal care în starea inițială ocupă volumul $V = 3 \cdot 10^{-3} \text{m}^3$ la temperatura $T = 300 \text{K}$ şi presiunea $p = 8{,}31 \cdot 10^4 \text{N/m}^2$. Gazul din cilindru se încălzeşte la presiune constantă până când temperatura creşte cu o fracțiune *f*=50%. Determinați:

a. cantitatea de substanță de azot din cilindru;
b. masa de azot din cilindru;
c. densitatea azotului în starea inițială;
d. volumul ocupat de gaz în starea finală.

B. SUBIECTUL III – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

În cilindrul cu piston mobil al unui motor termic se găseşte o cantitate de aer care ocupă volumul $V_1 = 2\ell$ .Inițial aerul din cilindru exercită asupra pistonului o forță de apăsare $F = 10 \text{kN}$. În timpul funcționării motorului gazul este supus procesului ciclic reprezentat în coordonate *p*-V în figura alăturată. Transformarea $1 \to 2$ are loc la temperatură constantă, iar $V_2 = 4\ell$. Se cunoaşte suprafața pistonului $S = 200 \text{cm}^2$, căldura molară la volum constant $C_v = 5R/2$ şi $\ln 2 \cong 0{,}69$. Se cere:



a. reprezentarea grafică a procesului ciclic în sistemul de coordonate *p-T*.
b. variația energiei interne a gazului în transformarea $2 \to 3$;
c. căldura primită de gaz în transformarea $3 \to 1$.
d. lucrul mecanic schimbat cu mediul exterior în timpul unui ciclu.

Varianta 26 - termodinamica

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

Se consideră: numărul lui Avogadro $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23}\,\text{mol}^{-1}$, constanta gazelor ideale $R = 8{,}31\dfrac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$. Între parametri de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația: $p \cdot V = \nu RT$. Exponentul adiabatic este definit prin relația: $\gamma = \dfrac{C_P}{C_V}$

SUBIECTUL I – **(15 puncte)**

Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului considerat corect.

1. Ştiind că simbolurile mărimilor fizice şi ale unităților de măsură sunt cele utilizate în manualele de fizică unitatea de măsură în S.I. a mărimii descrisă de relația $\dfrac{R}{\gamma - 1}$ este:

a. J **b.** $\text{J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$ **c.** J/K **d.** $\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ **(2p)**

2. La comprimarea adiabatică a unui gaz ideal acesta:
a. efectuează lucru mecanic şi îi creşte temperatura
b. efectuează lucru mecanic şi îi scade temperatura
c. primeşte lucru mecanic şi îi creşte temperatura
d. primeşte lucru mecanic şi îi scade temperatura **(3p)**

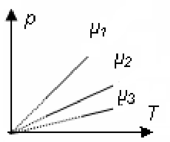
3. Un gaz ideal aflat inițial în condiții normale de temperatură şi presiune ($p_0 = 1\text{atm}, t_0 = 0^0\text{C}$) este încălzit la $p =$ constant până la temperatura de 27^0C. Variația relativă a densității gazului este egală cu:

a. –36% **b.** –27% **c.** –18% **d.** –9% **(3p)**

4. Variația temperaturii unui corp este egală cu $\Delta\theta = -52^0 C$. Dacă temperatura finală a corpului devine $T_2 = 321\text{K}$, atunci temperatura stării inițiale a fost egală cu:

a. $296\,\text{K}$ **b.** $342\,\text{K}$ **c.** $373\,\text{K}$ **d.** $412\,\text{K}$ **(5p)**

5. În diagrama alăturată sunt reprezentate trei transformări izocore (V = const.), efectuate de mase egale din trei gaze diferite. Ştiind că $V_1 = V_2 = V_3$, relația care există între masele molare ale acestora este:



a. $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3$ **b.** $\dfrac{1}{\mu_1} < \dfrac{1}{\mu_2} < \dfrac{1}{\mu_3}$ **c.** $\mu_1 < \mu_2 < \mu_3$ **d.** $\dfrac{1}{\mu_3} < \dfrac{1}{\mu_1} < \dfrac{1}{\mu_2}$ **(2p)**

B. SUBIECTUL II – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

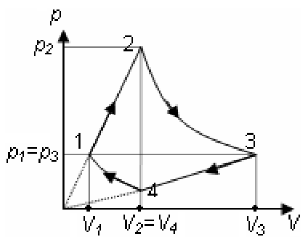
O cantitate dintr-un gaz ideal, aflat inițial la presiunea $p_1 = 2 \cdot 10^5 \text{N/m}^2$, suferă o transformare $1-2$ descrisă de legea $p = \beta \cdot V$, unde $\beta = 10^5\ \text{N} \cdot \text{m}^{-5}$. Raportul dintre temperatura gazului în starea 1 şi temperatura gazului în starea 2 este $T_1/T_2 = 9/4$. Din starea 2 gazul este comprimat, temperatura menținându-se constantă, până într-o stare 3, în care presiunea are aceeaşi valoare ca şi în starea inițială. Determinați:
a. volumul ocupat de gaz în starea inițială;
b. valoarea raportului dintre presiunea gazului în starea 1 şi presiunea gazului în starea 2;
c. valoarea raportului dintre volumul final şi cel inițial ocupat de gaz;
d. valoarea raportului dintre densitatea gazului în starea 2 şi densitatea gazului în starea 3

Ministerul Educației, Cercetării şi Inovării
Centrul Național pentru Curriculum şi Evaluare în Învățământul Preuniversitar

B. SUBIECTUL III – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

O cantitate de gaz ideal diatomic ($C_V = \dfrac{5}{2}R$) efectuează o transformare ciclică, reprezentată în coordonate *p-V* în figura alăturată. Transformările $2-3$ şi $4-1$ au loc la temperaturi constante. Se cunosc parametrii termodinamici ai stării 1: $p_1 = 10^5\ \text{N/m}^2$; $V_1 = 2\,\ell$; $T_1 = 300\,\text{K}$ şi volumul în starea 4, $V_4 = 5\,\ell$. Cunoscând că $\ln 2{,}5 \approx 0{,}92$, calculați:



a. energia internă a gazului în starea 2;
b. lucrul mecanic schimbat de gaz cu mediul exterior în procesul 1-2;
c. căldura schimbată de gaz cu mediul exterior în procesul 2-3;
d. variația energiei interne în procesul 3-4.

Varianta 27 - termodinamica

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

Se consideră: numărul lui Avogadro $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23}\,\text{mol}^{-1}$, constanta gazelor ideale $R = 8{,}31\dfrac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$. Între parametri de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația: $p \cdot V = \nu RT$. Exponentul adiabatic este definit prin relația: $\gamma = \dfrac{C_P}{C_V}$

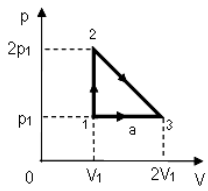
SUBIECTUL I – (15 puncte)

Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului considerat corect.

1. Rezultatul obținut de un elev în urma rezolvării unei probleme este $2000\,\text{N} \cdot \text{m}$. Simbolurile unităților de măsură fiind cele utilizate în manualele de fizică, acest rezultat poate reprezinta valoarea unei:

a. călduri **b.** mase molare **c.** presiuni **d.** capacități calorice **(2p)**

2. Un gaz ideal trece din starea 1 în starea 3 fie direct, pe drumul 1a3, fie prin starea intermediară 2, conform figurii alăturate. Între valorile lucrurilor mecanice schimbate cu mediul exterior în cele două procese termodinamice există relația:



a. $L_{123} = 2L_{1a3}$
b. $L_{123} = 1{,}5L_{1a3}$
c. $L_{1a3} = 3L_{123}$
d. $L_{1a3} = 2L_{123}$ **(3p)**

3. Lucrul mecanic efectuat de un gaz ideal este:
a. egal cu căldura schimbată de gaz cu mediul extern, într-un proces adiabatic;
b. negativ într-o comprimare adiabatică;
c. nul într-o transformare izobară;
d. pozitiv dacă volumul gazului scade. **(5p)**

4. Pentru o masă de gaz ideal, raportul dintre presiunea şi densitatea gazului rămâne constant într-o transformare:

a. izocoră **b.** izobară **c.** adiabatică **d.** izotermă **(3p)**

5. Un gaz ideal efectuează o transformare după legea $V = a \cdot p$, $a > 0$. Dacă temperatura gazului se schimbă în raportul $\dfrac{T_1}{T_2} = 3$, atunci raportul presiunilor $\dfrac{p_1}{p_2}$ este:

a. $\dfrac{p_1}{p_2} = \dfrac{1}{9}$ **b.** $\dfrac{p_1}{p_2} = \sqrt{3}$ **c.** $\dfrac{p_1}{p_2} = 3$ **d.** $\dfrac{p_1}{p_2} = 9$ **(2p)**

B. SUBIECTUL II – (15 puncte)

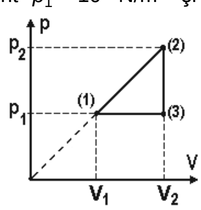
Rezolvați următoarea problemă:

O masă $m = 0{,}4\,\text{kg}$ de heliu ($\mu = 4\,\text{kg/kmol}$), considerat gaz ideal, ocupă în starea inițială volumul V_1 la temperatura $T_1 = 400\,\text{K}$ şi presiunea $p_1 = 10^6\ \text{N/m}^2$. Gazul se destinde la temperatură constantă până la volumul $V_2 = 2V_1$, apoi este comprimat la presiune constantă până la volumul $V_3 = V_1$. Determinați:
a. numărul moleculelor de oxigen ce alcătuiesc gazul;
b. volumul inițial ocupat de gaz;
c. densitatea minimă atinsă de gaz în cursul transformărilor;
d. temperatura minimă atinsă de gaz în cursul transformărilor.

B. SUBIECTUL III – (15 puncte)

Rezolvați următoarea problemă:

Un gaz ideal având căldura molară la volum constant $C_V = 3R/2$, efectuează ciclul termodinamic reprezentat în coordonate *p*-*V* în figura alăturată. Parametri gazului în starea (1) sunt $p_1 = 10^5$ N/m^2 şi $V_1 = 2\ \ell$, iar volumul maxim atins de gaz în cursul ciclului este $V_2 = 2V_1$.
a. Reprezentați transformările 2-3-1 în sistemul de coordonate (*p*,*T*)
b. Calculați lucrul mecanic schimbat de gaz cu mediul exterior în transformarea $3 \to 1$;
c. Calculați căldura cedată de gaz mediului exterior în procesul ciclic;
d. Determinați valoarea căldurii molare a gazului în transformarea $1 \to 2$.



Varianta 28 - termodinamica

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

Se consideră: numărul lui Avogadro $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23}\,\text{mol}^{-1}$, constanta gazelor ideale $R = 8{,}31\dfrac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$. Între parametri de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația: $p \cdot V = \nu RT$. Exponentul adiabatic este definit prin relația: $\gamma = \dfrac{C_P}{C_V}$

SUBIECTUL I – (15 puncte)

Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului considerat corect.

1. La funcționarea unui motor Diesel, timpul în care se produce lucru mecanic este:

a. admisia **b.** evacuarea **c.** arderea şi detenta **d.** compresia **(3p)**

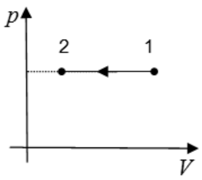
2. Densitatea unui gaz ideal aflat la temperatura *T* şi presiunea *p*, se exprimă cu ajutorul densității ρ_0 în condiții normale de presiune şi temperatură prin relația:

a. $\rho = \rho_0 \dfrac{pT}{p_0 T_0}$ **b.** $\rho = \rho_0 \dfrac{p_0 T_0}{pT}$ **c.** $\rho = \dfrac{\rho_0 T}{p_0 T_0}$ **d.** $\rho = \rho_0 \dfrac{pT_0}{p_0 T}$ **(5p)**

3. Mărimea fizică numeric egală cu căldura necesară pentru a creşte (micşora) temperatura unui corp cu un Kelvin este:

a. capacitatea calorică **b**. căldura specifică **c**. căldura molară **d**. caloria **(2p)**

4. O cantitate constantă de gaz ideal cu exponentul adiabatic $\gamma = 7/5$ descrie o transformare care se reprezintă într-un sistem de coordonate *p-V* ca în figura alăturată. Dacă lucrul mecanic schimbat de gaz cu mediul exterior în transformarea 1-2 este $-2\,\text{kJ}$, atunci variația energiei interne a gazului este egală cu:



a. $-5\,\text{kJ}$

b. $-2\,\text{kJ}$

c. $5\,\text{kJ}$

d. $2\,\text{kJ}$ **(3p)**

5. Într-o transformare izotermă căldura absorbită de un gaz ideal este $Q = 75\,\text{J}$. Lucrul mecanic efectuat de gaz în acest caz are valoarea de:

a.50 J **b.**75 J **c.**100 J **d.**120 J **(2p)**

B. SUBIECTUL II – (15 puncte)

Rezolvați următoarea problemă:

O cantitate $\upsilon = 2\,\text{mol}$ de oxigen ($\mu = 32\,\text{g/mol}$), considerat gaz ideal, se află în starea de echilibru termodinamic 1, caracterizată de parametrii $p_1 = 10^5$ Pa , V_1 şi T_1 = 300 K. Gazul este încălzit presiunea menținându-se constantă până când temperatura devine de trei ori mai mare decât în starea inițială. În continuare gazul este răcit menținându-se constant volumul până când presiunea devine egală cu jumătate din valoarea presiunii din starea inițială. Determinați:

a. masa unei molecule de O_2;

b. numărul de molecule de O_2;

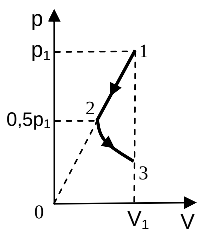
c. densitatea gazului în starea 2

d. temperatura gazului în starea 3.

B. SUBIECTUL III – (15 puncte)

Rezolvați următoarea problemă:

Un mol de gaz ideal diatomic ($\gamma = \dfrac{5}{3}$), aflat inițial în starea 1, în care presiunea este $p_1 = 4 \cdot 10^5\,\text{Pa}$ şi volumul $V_1 = 2{,}5\,\ell$, este supus transformării $1 \to 2 \to 3$, reprezentată grafic în coordonate (*p,V*) ca în figura alăturată. Transformarea $2 \to 3$ este izotermă. Se consideră $\ln 2 \cong 0{,}693$. Determinați:



a. lucrul mecanic schimbat de gaz cu exteriorul în cursul transformării $1 \to 2$;

b. căldura schimbată de gaz cu exteriorul în cursul transformării $2 \to 3$;

c. diferența dintre energia internă a gazului în starea 3 şi energia internă a gazului în starea 1;

d.valoarea căldurii molare a gazului în transformarea 1-2.

Varianta 29 - termodinamica

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

Se consideră: numărul lui Avogadro $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23} \text{mol}^{-1}$, constanta gazelor ideale $R = 8{,}31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$. Între parametri de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația: $p \cdot V = \nu RT$. Exponentul adiabatic este definit prin relația: $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

SUBIECTUL I – **(15 puncte)**

Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului considerat corect.

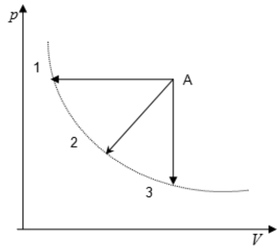
1. Ştiind că simbolurile mărimilor fizice şi ale unităților de măsură sunt cele utilizate în manualele de fizică unitatea de măsură a mărimii $C_V \Delta T$ poate fi scrisă sub forma:

a. $\frac{\text{J}}{\text{K}}$ **b.** $\frac{\text{J}}{\text{mol}}$ **c.** $\frac{\text{J}}{\text{kmol} \cdot \text{K}}$ **d.** J **(2p)**

2. Precizați în care din timpii de funcționare ai motorului Otto se produce lucru mecanic:

a.admisia **b.**compresia **c.** aprinderea şi detenta **d.**evacuarea **(5p)**

3. Un gaz ideal poate evolua din starea de echilibru termodinamic A în stările 1, 2 sau 3. Procesele sunt reprezentate în sistemul de coordonate *p-V* ca în figura alăturată. Stările 1,2 şi 3 aparțin aceleiaşi izoterme. Între energiile interne ale gazului în stările 1, 2, 3 există relația:



a. $U_1 < U_2 < U_3$

b. $U_1 = U_2 = U_3$

c. $U_1 > U_2 > U_3$

d. $U_1 > U_2 < U_3$ **(3p)**

4. Învelişul adiabatic **nu** permite:

a. schimbul de căldură între sistem şi mediul exterior;
b. modificarea energiei interne a sistemului;
c. schimbul de lucru mecanic între sistem şi mediul exterior;
d. schimbul de energie între sistem şi mediul exterior. **(2p)**

5. Dublând izoterm volumul unui gaz acesta absoarbe căldura Q. Dacă mărim volumul gazului de 4 ori, la aceeaşi temperatură, căldura absorbită de gaz are expresia:

a. $Q^{'} = Q \cdot \ln 2$ **b.** $Q^{'} = Q \cdot \ln 4$ **c.** $Q^{'} = 4Q$ **d.** $Q^{'} = 2Q$ **(3p)**

B. SUBIECTUL II – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

O masă $m = 64$ g de oxigen molecular ($\mu = 32$ g/mol), aflat inițial inițial la temperatura t_1=127^{0}C ocupă volumul $V_1 = 10\,\ell$. Gazul suferă o destindere conform legii p=aV, a>0, până la volumul $V_2 = 2V_1$. Din starea 2 gazul este răcit la volum constant până în starea 3 în care presiunea este egală cu cea din starea 1. Determinați:

a. numărul de molecule din unitatea de volum în starea 1;
b. presiunea p_2 a gazului în starea 2;
c. temperatura gazului în starea 2;
d. densitatea gazului în starea 3.

B. SUBIECTUL III – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

O cantitate de gaz ideal monoatomic ($C_V = \frac{3}{2}R$) având volumul $V_1 = 2\,\ell$ şi presiunea $p_1 = 300$ kPa evoluează după un ciclu termodinamic compus din următoarele procese: procesul izobar $1 \to 2$ până la $V_2 = 3V_1$, procesul izoterm $2 \to 3$ până la $p_3 = \frac{p_1}{2}$, procesul izobar $3 \to 4$ până la $V_4 = V_1$, şi procesul izocor $4 \to 1$ până în starea inițială. Se consideră $\ln 2 \cong 0{,}693$.

a. Reprezentați succesiunea de procese termodinamice în sistemul de coordonate $p - V$.
b. Calculați variația energiei interne a gazului în procesul $1 \to 2$.
c. Calculați lucrul mecanic efectuat de gaz în procesul $2 \to 3$.
d. Determinați căldura cedată de gaz în cursul ciclului termodinamic.

Varianta 30 - termodinamica

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

Se consideră: numărul lui Avogadro $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23}\,\text{mol}^{-1}$, constanta gazelor ideale $R = 8{,}31\dfrac{\text{J}}{\text{mol}\cdot\text{K}}$. Între parametri de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația: $p \cdot V = \nu RT$. Exponentul adiabatic este definit prin relația: $\gamma = \dfrac{C_P}{C_V}$

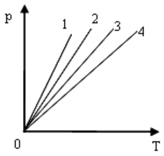
SUBIECTUL I – **(15 puncte)**

Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului considerat corect.

1. Despre o cantitate de gaz ideal închis într-un cilindru izolat adiabatic şi prevăzut cu un piston mobil termoizolant, se poate afirma că:
a. nu schimbă căldură cu mediul exterior;
b. îşi păstrează temperatura nemodificată;
c. poate doar să cedeze căldură în mediul exterior;
d. poate doar să primească căldură din mediul exterior. **(2p)**

2. Putem afirma că, după parcurgerea unui ciclu complet, variația energiei interne a gazului ideal din cilindrul unui motor termic este întotdeauna:
a. egală cu lucrul mecanic efectuat de către gaz;
b. egală cu căldura primită de către gaz;
c. nulă;
d. pozitivă. **(3p)**

3. Patru gaze ideale diferite, având aceeaşi masă şi ocupând acelaşi volum, sunt supuse transformărilor reprezentate în figura alăturată. Reprezentarea grafică ce corespunde gazului cu cea mai mare masă molară μ, este:



a. 1
b. 2
c. 3
d. 4 **(5p)**

4. Simbolurile mărimilor fizice fiind cele utilizate în manualele de fizică, expresia care are unitatea de măsură a lucrului mecanic este:
a. pT **b.** TV **c.** $p\Delta V$ **d.** p/V **(3p)**

5. Volumul unui gaz ideal a scăzut cu 20%, în timp ce temperatura gazului a fost menținută constantă. Despre presiunea gazului se poate afirma că:
a. a crescut cu 20% **b.** a crescut cu 25% **c.** a scăzut cu 20% **d.** a scăzut cu 25% **(2p)**

B. SUBIECTUL II – **(15 puncte)**

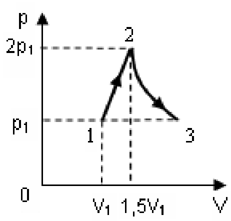
Rezolvați următoarea problemă:

Un recipient conține o masă $m = 50\,\text{g}$ dintr-un gaz ideal de masă molară $\mu = 2\text{kg/kmol}$. Presiunea la care se găseşte gazul este $p = 2 \cdot 10^5\,\text{N/m}^2$, iar temperatura are valoarea $t = 27^0\text{C}$.
a. Determinați cantitatea de gaz din vas.
b. Calculați numărul de molecule din unitatea de volum aflate în vas.
c. Determinați densitatea gazului din recipient.
d. Recipientul este pus în legătură, print-un tub de dimensiuni neglijabile, cu un alt recipient conținând inițial gaz ideal la presiunea $p_2 = 10^5\text{N/m}^2$. Cel de-al doilea recipient are volumul V_2 de trei ori mai mare decât primul. Considerând că temperatura e aceeaşi în ambele recipiente şi se menține constantă, determinați valoarea presiunii care se stabileşte în sistem după ce recipientele sunt puse în legătură.

B. SUBIECTUL III – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Un mol de gaz ideal monoatomic ($C_V = \dfrac{3}{2}R$), aflat inițial în starea 1 în care presiunea este $p_1 = 2 \cdot 10^5\,\text{N/m}^2$, iar volumul $V_1 = 3\,\ell$, este supus transformării $1 \to 2 \to 3$, reprezentată în coordonate *p-V* în figura alăturată. Transformarea $2 \to 3$ este izotermă, iar transformarea $1 \to 2$ se reprezintă printr-o dreaptă. Se va considera $\ln 2 \cong 0{,}693$. Determinați:



a. energia internă a gazului în starea 2;
b. lucrul mecanic schimbat de gaz cu exteriorul în cursul transformării $1 \to 2$;
c. căldura schimbată de gaz cu exteriorul în cursul transformării $2 \to 3$;
d. căldura schimbată de gaz cu mediul exterior în transformarea $1 \to 2 \to 3$.

Varianta 31 - termodinamica

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

Se consideră: numărul lui Avogadro $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23}\,\text{mol}^{-1}$, constanta gazelor ideale $R = 8{,}31\dfrac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$. Între parametri de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația: $p \cdot V = \nu RT$. Exponentul adiabatic este definit prin relația: $\gamma = \dfrac{C_P}{C_V}$

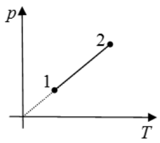
SUBIECTUL I – **(15 puncte)**

Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului considerat corect.

1. Ştiind că simbolurile unităților de măsură sunt cele utilizate în manualele de fizică, unitatea de măsură în S.I. pentru căldura specifică este:

a. $\dfrac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$ **b.** $\dfrac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{mol}}$ **c.** $\dfrac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ **d.** $\dfrac{\text{J}}{\text{K}}$ **(2p)**

2. Un gaz ideal diatomic $C_V = \dfrac{5}{2}R$ absoarbe, într-o transformare cvasistatică reprezentată în coordonate *p-T*, ca în figura alăturată, o cantitate de căldură *Q*. Variația energiei interne a gazului în acest proces este:



a. $\dfrac{2Q}{5}$ **b.** $\dfrac{5Q}{7}$ **c.** $\dfrac{5Q}{2}$ **d.** Q **(3p)**

3. Într-o destindere cvasistatică a unui gaz ideal, la temperatură constantă, presiunea gazului:

a. scade **b.** creşte **c.** rămâne constantă **d.** nu se poate preciza **(2p)**

4. Ştiind că simbolurile mărimilor fizice sunt cele utilizate în manualele de fizică, variația energiei interne a unui gaz ideal, într-o transformare cvasistatică în care temperatura rămâne constantă, este:

a. $\Delta U = \nu RT$ **b.** $\Delta U = p \cdot \Delta V$ **c.** $\Delta U = 0$ **d.** $\Delta U = p \cdot V$ **(5p)**

5. Un mol de gaz ideal este închis într-o butelie de volum $V = 4 \cdot 10^{-3} m^3$ la presiunea $p = 8{,}31 \cdot 10^5\,\text{Pa}$. Temperatura gazului are valoarea:

a. $273K$ **b.** $300K$ **c.** $327K$ **d.** $400K$ **(3p)**

B. SUBIECTUL II – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Un cilindru orizontal închis la ambele capete, de lungime $L = 2\,\text{m}$ şi secțiune $S = 2 \cdot 10^{-4}\,\text{m}^2$, este împărțit în două compartimente de volume egale cu ajutorul unui piston subțire, etanş, care se poate deplasa fără frecare. În ambele compartimente ale cilindrului se află aer ($\mu_{aer} = 29\,\text{g/mol}$), considerat gaz ideal, la presiunea $p = 10^5\,\text{Pa}$ şi temperatura $T = 290\,\text{K}$. Se deplasează pistonul spre dreapta pe distanța $\Delta\ell = 0{,}4\,\text{m}$, temperatura rămânând constantă. Calculați:

a. cantitatea de aer din fiecare compartiment;
b. masa totală de aer din cilindru;
c. forța ce trebuie să acționeze asupra pistonului pentru a-l menține în poziția dată;
d. masa de gaz ce trebuie scoasă dintr-un compartiment, pentru ca după ce lăsăm pistonul liber, acesta să nu se deplaseze.

B. SUBIECTUL III – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

O cantitate dată de gaz ideal monoatomic, având masa $m = 1{,}6\,\text{kg}$ este închisă într-un cilindru cu piston. Presiunea gazului la temperatura $T_1 = 300\,\text{K}$ este $p_1 = 5 \cdot 10^5\,\text{Pa}$. Gazul este comprimat la temperatură constantă până la o presiune de două ori mai mare, iar lucrul mecanic în acest proces este $L = -0{,}693 \cdot 10^6 J$. Pistonul este blocat, iar gazul este răcit până când presiunea devine egală cu presiunea inițială. Se cunoaşte $C_V = \dfrac{3}{2}R$ şi $\ln 2 = 0{,}693$.

a. Reprezentați succesiunea de transformări suferite de gaz în sistemul de coordonate *p-V*.
b. Calculați masa molară a gazului
c. Calculați variația energiei interne a gazului în transformarea $2 \to 3$.
d. Determinați valoarea căldurii schimbate de gaz cu mediul exterior în timpul procesului $1 \to 2 \to 3$ precizând dacă este primită sau cedată.

.

Varianta 32 - termodinamica

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

Se consideră: numărul lui Avogadro $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23} mol^{-1}$, constanta gazelor ideale $R = 8{,}31\frac{J}{mol \cdot K}$. Între parametri de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația: $p \cdot V = \nu RT$. Exponentul adiabatic este definit prin relația: $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

SUBIECTUL I – **(15 puncte)**

Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului considerat corect.

1. Ştiind că simbolurile mărimilor fizice sunt cele utilizate în manualele de fizică, unitatea de măsură în S.I. a mărimii fizice definite prin relația $\frac{Q}{\upsilon \Delta T}$ este:

a. $\frac{J}{K}$ **b.** $\frac{J}{Kg \cdot K}$ **c.** $\frac{Kg \cdot K}{J}$ **d.** $\frac{J}{mol \cdot K}$ **(2p)**

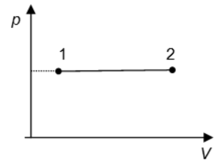
2. Un gaz are căldura molară izocoră $C_V = 20800\, J/(kmol \cdot K)$ şi masa molară $\mu = 32\, kg/kmol$. Căldura specifică izocoră a gazului este:

a. $665{,}6\, kJ/(kg \cdot K)$ **b.** $665{,}6\, J/(kg \cdot K)$ **c.** $650\, J/(kg \cdot K)$ **d.** $1{,}54\, J/(kg \cdot K)$ **(5p)**

3. În timpul unui proces termodinamic ciclic, căldura primită de un sistem termodinamic este $Q_1 = 200\, J$, iar căldura cedată $Q_2 = -150\, J$. Lucrul mecanic schimbat de sistem cu mediul exterior este:

a. 25 J **b.** 50 J **c.** 175 J **d.** 350 J **(3p)**

4. Căldura primită de un gaz ideal diatomic ($C_V = \frac{5}{2}R$) într-un proces care se reprezintă în coordonate *p-V* ca în figura alăturată are valoarea $Q = 140\, J$. Lucrul mecanic schimbat de gaz cu mediul exterior are valoarea:



a. $L = 140\, J$
b. $L = 100\, J$
c. $L = 40\, J$
d. $L = 0\, J$ **(2p)**

5. Un înveliş adiabatic este un înveliş cu următoarele proprietăți:
a. nu permite schimb de căldură, dar permite schimb de lucru mecanic;
b. permite atât schimb de căldură, cât şi de lucru mecanic;
c. permite schimb de căldură, dar nu permite schimb de lucru mecanic;
d. nu permite schimb de căldură şi nici de lucru mecanic. **(3p)**

B. SUBIECTUL II – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

O cantitate $\upsilon = 1\, mol$ de gaz ideal evoluează foarte lent astfel încât în orice stare intermediară de echilibru termodinamic, între presiunea şi volumul gazului există relația $p = a \cdot V^2$. În starea inițială volumul ocupat de gaz este $V_1 = 8{,}31\, \ell$, iar temperatura acestuia are valoarea $T_1 = 831K$. Gazul este comprimat până la o presiune $p_2 = \frac{p_1}{2}$. Determinați:

a. presiunea gazului în starea inițială
b. valoarea constantei de proporționalitate *a*
c. volumul final ocupat de gaz.
d. temperatura finală a gazului.

B. SUBIECTUL III – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Un mol de gaz ideal diatomic efectuează un proces ciclic. În starea inițială gazul ocupă un volum $V_1 = 25\, \ell$ şi se află la temperatura $t_1 = 27^0 C$. Gazul este încălzit izobar până i se dublează volumul. Din această stare este încălzit izocor până când presiunea devine $p_3 = 2p_1$. Apoi gazul este comprimat izoterm până când volumul devine $V_4 = 25\, \ell$. Printr-o răcire izocoră ajunge în starea inițială. Se cunoaşte $\gamma = 1{,}4$ şi $\ln 2 = 0{,}69$.

a. Reprezentați grafic ciclul în coordonate *V-T*.
b. Calculați lucru mecanic schimbat de gaz cu mediul exterior în transformarea $1 \to 2$.
c. Determinați valoarea căldurii cedată de gaz mediului exterior după parcurgerea unui ciclu complet.
d. Determinați variația energiei interne a gazului între stările 1 şi 3.

Varianta 33 - termodinamica

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

Se consideră: numărul lui Avogadro $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23}\,\text{mol}^{-1}$, constanta gazelor ideale $R = 8{,}31\dfrac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$. Între parametri de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația: $p \cdot V = \nu RT$. Exponentul adiabatic este definit prin relația: $\gamma = \dfrac{C_P}{C_V}$

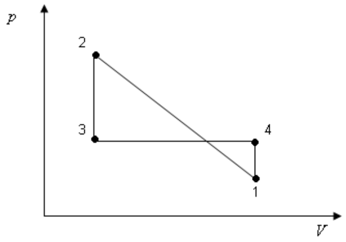
SUBIECTUL I – (15 puncte)

Pentru itemii 1-5 scrieţi pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului considerat corect.

1. Ştiind că simbolurile unităților de măsură sunt cele utilizate în manualele de fizică, unitatea de măsură din S.I. pentru mărimea fizică egală cu raportul dintre capacitatea calorică şi căldura specifică este:

a. K **b.** K^{-1} **c.** kg **d.** kg^{-1} **(2p)**

2. O cantitate dată de gaz ideal suferă transformarea ciclică 12341 reprezentată într-un sistem de coordonate *pV* ca în figura alăturată. Gazul primeşte lucru mecanic din exterior în transformarea:



a. $1 \to 2$
b. $2 \to 3$
c. $3 \to 4$
d. $4 \to 1$

(3p)

3. O cantitate dată de heliul aflat într-un balon cu pereți rigizi efectuează o transformare în cursul căreia cedează căldura -100 J. Variația energiei interne a gazului în această transformare este:

a. -150 J **b.** − 100 J **c.** 100 J **d.** 150 J **(5p)**

4. Un gaz ideal monoatomic efectuează o transformare ciclică reversibilă formată din două transformări în care temperatura rămâne constantă (*izoterme)* şi două transformări în cursul cărora volumul rămâne constant (*izocore*). Într-una din transformările izocore, gazul primeşte căldura 200 J. În cursul celeilalte transformări izocore, căldura schimbată de gaz cu exteriorul este:

a. 200 J (primită) **b.** 200 J (cedată) **c.** 300 J (primită) **d.** 300 J (cedată) **(3p)**

5. În cursul unei transformări adiabatice a unui gaz ideal aflat într-un cilindru cu piston (descrisă de ecuația $pV^{\gamma} = \text{const.}$), volumul gazului variază invers proporțional cu puterea a doua a temperaturii absolute. Exponentul adiabatic al gazului este:

a. 1,5 **b.** 2 **c.** 2,5 **d.** 3 **(2p)**

B. SUBIECTUL II – (15 puncte)

Rezolvați următoarea problemă:

Gazul ideal închis etanş într-un corp de pompă cu volumul $V = 1\ell$ se află în starea A la o presiune egală cu jumătate din valoarea presiunii atmosferice şi efectuează următoarea succesiune de transformări:

A-B: pistonul fiind blocat, gazul este încălzit până când presiunea atinge valoarea presiunii atmosferice ($p_0 = 10^5$ Pa);

B-C: pistonul este deblocat şi gazul este încălzit, la presiune constantă, până când volumul se dublează

C-D: se blochează iar pistonul şi gazul este răcit până când ajunge la presiunea inițială. Temperatura gazului în starea D are valoarea T_D=300 K.

a. Justificați faptul că temperatura gazului în starea D are aceeaşi valoare cu cea din starea B.
b. Calculați raportul temperaturilor gazului în starea C şi în starea A.
c. Calculați cantitatea de gaz aflat în corpul de pompă
d. Calculați raportul dintre densitatea gazului în starea D şi densitatea gazului în starea A.

Ministerul Educaţiei, Cercetării şi Inovării
Centrul Naţional pentru Curriculum şi Evaluare în Învăţământul Preuniversitar

B. SUBIECTUL III – (15 puncte)

Rezolvaţi următoarea problemă:

Un cilindru aşezat orizontal este închis cu ajutorul unui piston mobil, etanş, de masă neglijabilă care se poate mişca fără frecare. În cilindru se află o cantitate $\upsilon = 40$ mol de gaz ideal monoatomic ($\gamma = 1{,}66$). Gazul este încălzit cu $\Delta T = 40\text{K}$ la presiune constantă (transformarea AB) absorbind căldura 33240 J, apoi este răcit izocor până atinge temperatura iniţială (transformarea BC). Se cere:

a. variaţia energiei interne a gazului în transformarea ABC;
b. lucrul mecanic efectuat de gaz în transformarea ABC;
c. căldura schimbată de gaz cu exteriorul în transformarea BC
d. reprezentarea grafică a succesiunii de transformări în sistemul de coordonate *V-T*.

.

Varianta 34 - termodinamica

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

Se consideră: numărul lui Avogadro $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23}\,\text{mol}^{-1}$, constanta gazelor ideale $R = 8{,}31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$. Între parametri de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația: $p \cdot V = \nu RT$. Exponentul adiabatic este definit prin relația: $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

SUBIECTUL I – **(15 puncte)**

Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului considerat corect.

1. Simbolurile mărimilor fizice fiind cele utilizate în manualele de fizică, unitatea de măsură pentru mărimea fizică exprimată prin raportul $\frac{N}{N_A}$ este:

a. m^3/mol **b.** mol^{-1} **c.** kg/mol **d.** mol **(3p)**

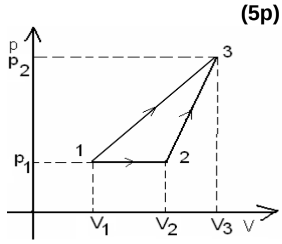
2. Două incinte cu pereți rigizi, de volume egale, conțin acelaşi număr de moli din două gaze ideale diferite. Masele molare ale gazelor sunt μ_1, respectiv μ_2. Raportul densităților celor două gaze, $\frac{\rho_1}{\rho_2}$, are valoarea:

a. $\frac{\mu_1}{\mu_2}$ **b.** 1 **c.** $\frac{\mu_2}{\mu_1}$ **d.** $\frac{\mu_2^2}{\mu_1^2}$ **(2p)**

3. Simbolurile mărimilor fizice fiind cele folosite în manualele de fizică, mărimea fizică definită prin raportul $\frac{Q}{\Delta T}$ este:

a. căldura molară
b. capacitatea calorică
c. căldura specifică
d. căldura **(5p)**

4. Un gaz ideal poate trece din starea de echilibru termodinamic 1 în starea de echilibru termodinamic 3 prin două procese termodinamice distincte, aşa cum se observă în figura alăturată: din starea inițială 1 direct în starea finală 3, iar în a doua modalitate sistemul trece prin starea intermediară 2. Între mărimile L şi ΔU corespunzătoare celor două procese termodinamice există relațiile:



a. $\Delta U_{13} > \Delta U_{123}, L_{13} > L_{123}$
b. $\Delta U_{13} < \Delta U_{123}, L_{13} < L_{123}$
c. $\Delta U_{13} = \Delta U_{123}, L_{13} > L_{123}$
d. $\Delta U_{13} = \Delta U_{123}, L_{13} = L_{123}$ **(2p)**

5. La un motor Otto, rolul bujiei este de a:
a. mări compresia amestecului carburant;
b. mişca pistonul de la punctul mort superior la punctul mort inferior;
c. deschide supapa de evacuare;
d. produce scânteia care aprinde amestecul carburant **(3p)**

B. SUBIECTUL II – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Un mol de oxigen ($\mu_{O_2} = 32$ g/mol), considerat gaz ideal, aflat într-un cilindru închis etanş cu un piston de masă neglijabilă care se poate mişca fără frecări, este comprimat la temperatură constantă, din starea inițială în care $p_1 = 2 \cdot 10^5$ Pa şi $V_1 = 8{,}31\,\text{dm}^3$ până în starea 2 în care volumul devine $V_2 = 2{,}77\,\text{dm}^3$. Din acestă stare gazul este încălzit la volum constant până când presiunea se dublează față de valoarea presiunii în starea 2 . Determinați:

a. temperatura gazului în starea inițială;
b. temperatura gazului în starea finală;
c. masa unui atom de oxigen;
d. cantitatea de gaz care trebuie scoasă din cilindru pentru ca presiunea finală să devină $p_3 = 2 \cdot 10^5$Pa, volumul rămânând V_2, iar temperatura menținându-se la valoarea atinsă în starea finală.

B. SUBIECTUL III – **(15 puncte)**

Rezolvaţi următoarea problemă:

Într-un cilindru cu piston mobil, de masă neglijabilă, care se poate deplasa fără frecări, se află un gaz ideal diatomic. ($C_V = \frac{5}{2}R$). În starea inițială gazul ocupă volumul $V_1 = 8\,\ell$ la presiunea $p_1 = 10^5$ Pa. Gazul este destins izoterm până în starea 2 în care volumul este $V_2 = 16\,\ell$, după care este încălzit izocor până în starea finală 3, în care presiunea redevine egală cu presiunea inițială. Se consideră şi $\ln 2 \cong 0{,}693$.

a. Reprezentați procesul în sistemul de coordonate *p-V*.
b. Determinați valoarea lucrului mecanic total schimbat de gaz cu mediul exterior.
c. Determinați valoarea căldurii primite de gaz.
d. Determinați valoarea variației energiei interne a gazului între stările 1 şi 3.

Varianta 35 - termodinamica

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

Se consideră: numărul lui Avogadro $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23}\,\text{mol}^{-1}$, constanta gazelor ideale $R = 8{,}31\frac{\text{J}}{\text{mol}\cdot\text{K}}$. Între parametri de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația: $p \cdot V = \nu RT$. Exponentul adiabatic este definit prin relația: $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

SUBIECTUL I – (15 puncte)

Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului considerat corect.

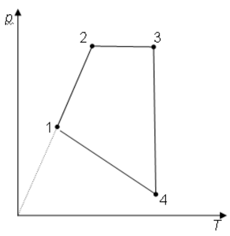
1. Mărimea fizică numeric egală cu căldura necesară modificării temperaturii unității de masă de substanță cu $1\,\text{K}$ este:

a. capacitatea calorică **b.** căldura molară **c.** căldura specifică **d.** puterea calorică **(2p)**

2. Ştiind că simbolurile mărimilor fizice şi ale unităților de măsură sunt cele utilizate în manualele de fizică, unitatea de măsură în S.I. a mărimii fizice exprimată prin $\frac{p \cdot V}{\nu \cdot R}$ este:

a. K **b.** J **c.** mol **d.** kg **(5p)**

3. O cantitate dată de gaz ideal suferă transformarea ciclică 12341 reprezentată într-un sistem de coordonate *p-T* ca în figura alăturată. Transformarea în care presiunea variază invers proporțional cu volumul este:



a. $1 \to 2$

b. $2 \to 3$

c. $3 \to 4$

d. $4 \to 1$

(3p)

4. Lucrul mecanic şi căldura sunt mărimi care caracterizează:
a. starea energetică a unui sistem termodinamic;
b. intensitatea mişcării de agitație moleculară din sistemul termodinamic;
c. energia de interacțiune dintre moleculele ce alcătuiesc un sistem termodinamic;
d. schimbul de energie dintre sistemul termodinamic şi mediu. **(2p)**

5. Două corpuri cu mase egale având temperaturi diferite sunt puse în contact termic. Căldurile specifice ale celor două corpuri sunt în relația $c_2 = \frac{c_1}{3}$, iar între temperaturile inițiale ale celor două corpuri există relația $T_2 = 3 \cdot T_1$. Temperatura finală T a sistemului după stabilirea echilibrului termic, se exprimă ca:

a. $T = 2{,}5 \cdot T_1$ **b.** $T = 1{,}5 \cdot T_1$ **c.** $T = T_1$ **d.** $T = 0{,}5 \cdot T_1$ **(3p)**

B. SUBIECTUL II – (15 puncte)

Rezolvați următoarea problemă:

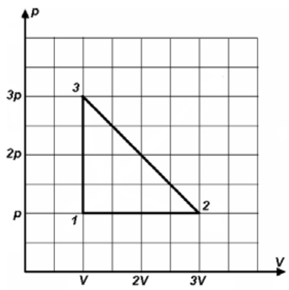
O butelie cu volumul $V = 0{,}6\,\text{m}^3$ conține heliu $(\mu_{He} = 4\ \text{g}\cdot\text{mol}^{-1})$, considerat gaz ideal, la presiunea $p_1 = 6\ \text{MPa}$ şi temperatura $T_1 = 300\,\text{K}$. Pentru efectuarea unui experiment se consumă 50% din masa gazului din butelie, iar temperatura scade până la valoarea $t_2 = 7^0\text{C}$. Determinați:

a. numărul de molecule de heliu care se găsesc inițial în butelie;
b. densitatea inițială a gazului din butelie;
c. presiunea finală a gazului din butelie;
d. masa unui atom de heliu exprimată în unități S.I.

B. SUBIECTUL III – (15 puncte)

Rezolvați următoarea problemă:

Un motor termic având ca substanță de lucru $1\,\text{mol}$ de gaz ideal monoatomic ($\gamma = 1{,}66$) parcurge ciclul termodinamic 1231 reprezentat în coordonate *p-V* în figura alăturată. Se cunosc valorile parametrilor $p = 10^5\ \text{Pa}$ respectiv, $V = 10\ \ell$.



a. Determinați variația energiei interne a substanței de lucru procesul $3 \to 1$.
b. Determinați lucrul mecanic efectuat de substanța de lucru în procesul $2 \to 3$.
c. Determinați căldura schimbată de substanța de lucru cu mediul exterior în procesul izobar, precizând dacă este primită sau cedată.
d. Demonstrați că stările 2 şi 3 aparțin aceleiaşi izoterme.

Varianta 36 - termodinamica

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

Se consideră: numărul lui Avogadro $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23}\,\text{mol}^{-1}$, constanta gazelor ideale $R = 8{,}31\frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$. Între parametri de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația: $p \cdot V = \nu RT$. Exponentul adiabatic este definit prin relația: $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

SUBIECTUL I – **(15 puncte)**

Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului considerat corect.

1. Relația de legătură dintre temperatura exprimată în K şi temperatura exprimată în ^{0}C este:

a. $T(\text{K}) = t(^0\text{C}) : 273{,}15$ K

b. $T(\text{K}) = t(^0\text{C}) - 273{,}15$ K

c. $T(\text{K}) = t(^0\text{C}) + 273{,}15$ K

d. $T(\text{K}) = t(^0\text{C}) \cdot 273{,}15$ K **(2p)**

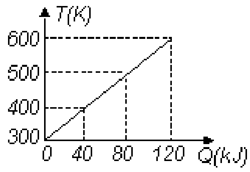
2. Un alpinist aflat inițial la baza unui munte aspiră o dată o masă $m_1 = 1\text{g}$ de aer aflat la presiunea $p_0 = 10^5\,\text{Pa}$ şi temperatura $t_1 = 27°\text{C}$. El ajunge în vârful muntelui, unde presiunea aerului este $0{,}7 \cdot 10^5\,\text{Pa}$ şi temperatura $t_2 = 7°\text{C}$. Masa de aer aspirată o dată de alpinist când se află în vârful muntelui este egală cu:

a. $0{,}25\,\text{g}$ **b.** $0{,}75\text{g}$ **c.** $0{,}85\,\text{g}$ **d.** $0{,}125\,\text{g}$ **(2p)**

3. Două butelii identice conțin aceeaşi masă de gaz. Prima butelie conține hidrogen $(\mu_{H_2} = 2\,\text{g/mol})$ la temperatura $T_1 = 500\,\text{K}$, iar a doua butelie conține oxigen $\mu_{O_2} = 32$ g/mol la temperatura $T_2 = 320\,\text{K}$. În condițiile date raportul presiunilor celor două gaze p_{H_2} / p_{O_2} are valoarea:

a. 5 **b**.10 **c**.15 **d.** 25 **(5p)**

4. În figura alăturată este redat graficul dependenței temperaturii finale la care ajunge un corp cu masa $m = 1\,\text{kg}$ de căldura primită de acel corp. Căldura specifică a corpului are valoarea:



a. $100\,\text{J/(kgK)}$

b. $200\,\text{J/(kgK)}$

c. $400\,\text{J/(kgK)}$

d. $800\,\text{J/(kgK)}$ **(3p)**

5. Un balon cu pereți rigizi care are volumul $V = 60\,\ell$ a fost umplut cu heliu, considerat gaz ideal. Prin robinetul defect al balonului se scurge heliu, presiunea heliului devenind $p = 1\,\text{MPa}$. Energia internă a heliului rămas în butelie este:

a. 90kJ **b**. 120kJ **c.** 200kJ **d**. 800kJ **(3p)**

B. SUBIECTUL II – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Într-un cilindru orizontal se află în echilibru două gaze ideale diferite separate între ele printr-un piston etanş, foarte subțire, temperatura gazelor fiind aceeaşi în ambele compartimente. Primul compartiment conține o masă $m_1 = 0{,}8\,\text{kg}$ de oxigen ($\mu_{O_2} = 32\,\text{g/mol}$), iar al doilea compartiment conține o masă $m_2 = 0{,}2\,\text{kg}$ de hidrogen, ($\mu_{H_2} = 2\,\text{g/mol}$). Determinați:

a. cantitatea de oxigen din primul compartiment;
b. masa unei molecule de hidrogen;
c. numărul total de molecule din cilindru;
d. raportul volumelor ocupate de cele două gaze.

B. SUBIECTUL III – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

O cantitate dată de gaz ideal aflată inițial în starea A, în care presiunea este $p_A = 8{,}32 \cdot 10^5$ Pa şi volumul $V_A = 2 \cdot 10^{-2}\,\text{m}^3$ parcurge un proces ciclic format dintr-o destindere izotermă AB, în cursul căreia volumul gazului creşte de trei ori, o comprimare izobară BC şi o încălzire izocoră CA. Se cunoaşte: $C_V = \frac{5R}{2}$ şi $\ln 3 = 1{,}1$.

a. Reprezentați procesul ciclic parcurs de gaz în sistemul de coordonate $p - V$;
b. Determinați variația energiei interne a gazului în procesul BC;
c. Calculați lucrul mecanic schimbat de gaz cu mediul exterior pe parcursul întregului proces ciclic;
d. Determinați raportul dintre cantitățile de căldură Q_{CA} / Q_{AB} schimbate de gaz cu exteriorul în cele două procese.

Varianta 37 - termodinamica

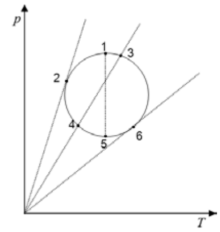
B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

Se consideră: numărul lui Avogadro $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23} \text{mol}^{-1}$, constanta gazelor ideale $R = 8{,}31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$. Între parametri de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația: $p \cdot V = \nu RT$. Exponentul adiabatic este definit prin relația: $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

SUBIECTUL I – **(15 puncte)**

Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului considerat corect.

1. În graficul alăturat este reprezentată, în coordonate *p-T* o transformare generală a unei mase date de gaz ideal. Stările care în care gazul ocupă acelaşi volum sunt:



a. 1 şi 3

b. 1 şi 5

c. 2 şi 4

d. 3 şi 4

(3p)

2. Alegeți afirmația adevărată referitoare la energia internă a unui gaz ideal:
a. creşte într-o destindere izotermă;
b. creşte într-o comprimare adiabatică;
c. este constantă într-o transformare izocoră;
d. creşte într-o comprimare izobară. **(2p)**

3. Simbolurile mărimilor fizice fiind cele utilizate în manuale, căldura schimbată de un gaz ideal cu mediul exterior în cursul unui proces izoterm are expresia:

a. $\nu \cdot C_p \cdot (T_2 - T_1)$ **b.** $\nu \cdot C_V \cdot T \cdot \ln \frac{p_1}{p_2}$ **c.** $\nu \cdot R \cdot T \cdot \ln \frac{V_2}{V_1}$ **d.** $\nu \cdot C_V \cdot (V_2 - V_1)$ **(3p)**

4. Masa de hidrogen închisă într-un cilindru cu piston este $m = 1$ kg $(\mu_{H_2} = 2 \text{ kg/kmol})$. Dacă hidrogenul se încălzeşte izobar de la $0\ ^0\text{C}$ la $100\ ^0\text{C}$, lucrul mecanic efectuat are valoarea:

a. 415,5 kJ **b.** 1038,75 kJ **c.** 1454,25 **d.** 1869,75 kJ **(5p)**

5. Ținând cont că notațiile sunt cele utilizate în manualele de fizică, mărimea fizică exprimată prin relația $\sqrt{\frac{3pV}{m}}$ are unitatea de măsură în S.I.:

a. $\text{J}/(\text{kmol} \cdot \text{K})$ **b.** kg/mol **c.** m/s **d.** N/K **(2p)**

B. SUBIECTUL II – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

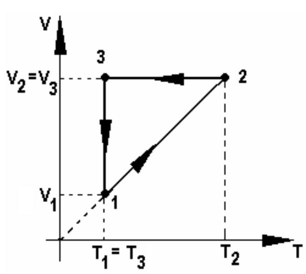
O cantitate $\upsilon = 2$ mol de gaz ideal cu masa molară $\mu = 4$ g/mol evoluează dintr-o stare 1 într-o stare 2 astfel încât în orice stare intermediară între presiunea şi volumul gazului există relația p=*aV*. În starea 1 parametrii gazului sunt $p_1 = 10^5 \text{ N/m}^2$, $V_1 = 40\ \ell$, iar în starea 2 presiunea gazului are valoarea $p_2 = 2{,}5 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$.

Determinați:
a. temperatura gazului în starea 1;
b. densitatea gazului în starea 1;
c. volumul gazului în starea 2;
d. variația temperaturii gazului.

B. SUBIECTUL III – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Un mol de gaz ideal monoatomic ($C_V = \frac{3}{2}R$) parcurge transformarea ciclică ilustrată în figura alăturată. Se cunoaşte temperatura gazului în starea 1, $T_1 = 300$ K şi faptul că în starea 2 temperatura are valoarea $T_2 = 3T_1$. Se cunoaşte $\ln 3 = 1{,}1$.



a. Reprezentați transformarea ciclică în sistemul de coordonate *p-V*.
b. Determinați lucrul mecanic efectuat de gaz în transformarea $1 \to 2$.
c. Calculați variația energiei interne a gazului în transformarea $2 \to 3$.
d. Determinați căldura cedată de gaz în transformarea $3 \to 1$.

Varianta 38 - termodinamica

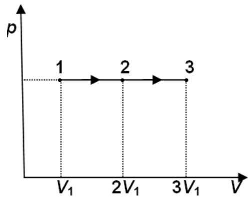
B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

Se consideră: numărul lui Avogadro $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23} \text{mol}^{-1}$, constanta gazelor ideale $R = 8{,}31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$. Între parametri de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația: $p \cdot V = \nu RT$. Exponentul adiabatic este definit prin relația: $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

SUBIECTUL I – **(15 puncte)**

Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului considerat corect.

1. O masă constantă de gaz ideal suferă transformarea 1-2-3 reprezentată în sistem de coordonate *p-V* ca în figura alăturată. Relația corectă dintre căldurile schimbate de gaz cu mediul exterior în decursul transformării este:



a. $Q_{12} < Q_{23}$
b. $Q_{12} = Q_{23}$
c. $Q_{12} > Q_{23}$
d. $Q_{12} > Q_{13}$ **(2p)**

2. Ştiind că simbolurile mărimilor fizice şi ale unităților de măsură sunt cele utilizate în manualele de fizică, unitatea de măsură a mărimii $\Delta U / \nu$ poate fi scrisă sub forma:

a. $\text{N} \cdot \text{m} \cdot \text{kg}^{-1}$ **b.** $\text{N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{K}^{-1}$ **c.** $\text{N} \cdot \text{m} \cdot \text{mol}^{-1}$ **d.** $\text{N} \cdot \text{m} \cdot \text{mol}$ **(5p)**

3. Căldura absorbită de o masă $m = 10\,\text{kg}$ de apă ($c = 4{,}2\,\text{kJ/kg} \cdot \text{K}$) pentru a se încălzi de la $20°\text{C}$ la $60°\text{C}$ este:

a. $420\,\text{J}$ **b.** 1680J **c.** 420kJ **d.** 1680kJ **(3p)**

4. Un kmol de gaz ideal monoatomic ($C_V = 1{,}5R$) efectuează o transformare în timpul căreia temperatura variază între valorile $t_1 = 20°\text{C}$ şi $t_2 = 320°\text{C}$. Variația energiei interne a gazului este egală cu:

a. 37,395 J **b.** $3739{,}5\,\text{J}$ **c.** $3739{,}5\,\text{kJ}$ **d.** $6232{,}5\,\text{kJ}$ **(2p)**

5. Căldurile specifice izocoră şi respectiv izobară ale unui gaz ideal sunt c_v şi c_p. Masa molară a gazului este dată de expresia:

a. $R/(c_p - c_v)$ **b.** $R/(c_p + c_v)$ **c.** $(c_p - c_v) \cdot R$ **d.** $(c_p + c_v) \cdot R$ **(3p)**

B. SUBIECTUL II – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

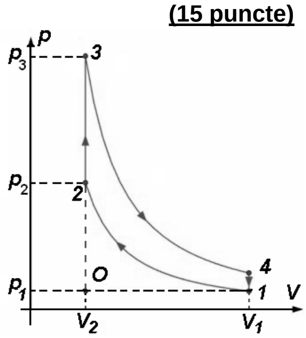
Într-o butelie se păstrează o cantitate $\upsilon = 100\,\text{mol}$ de oxigen ($\mu_{O_2} = 32\,\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$), considerat gaz ideal, la presiunea $p = 10^5\,\text{N/m}^2$ şi temperatura $t = 27^0\text{C}$. Determinați:

a. masa de oxigen din butelie;
b. numărul de molecule de oxigen din butelie;
c. volumul buteliei**;**
d. masa molară a amestecului rezultat în urma punerii în legătură, printr-un tub de volum neglijabil, a buteliei considerate mai sus cu o butelie identică în care se află o cantitate $\upsilon_1 = 20\,\text{mol}$ de heliu ($\mu_{He} = 4\,\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$).

B. SUBIECTUL III – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

În 1867, germanul Nicolaus August Otto a realizat un motor termic eficient care îi poartă numele. Aproximarea succesiunii proceselor din acest motor este prezentată în coordonate *p-V* în figura alăturată (două adiabate şi două izocore). În timpul unui proces adiabatic $p \cdot V^{\gamma} = \text{constant}$. Dacă substanța de lucru este $\upsilon = 1$ mol de gaz ideal monoatomic $(C_v = 3R/2)$, temperatura $T_1 = 400\,\text{K}$, $p_3 = 1{,}5p_2$, iar raportul de compresie se consideră $V_1/V_2 = \varepsilon = 8$, determinați:



a. căldura schimbată de substanța de lucru cu mediul exterior în procesul $3 \rightarrow 4$;
b. căldura cedată de substanța de lucru mediului exterior în timpul unui ciclu;
c. lucrul mecanic efectuat de de substanța de lucru în procesul $1 \rightarrow 2$;
d. căldura schimbată de substanța de lucru cu mediulu exterior în procesul $2 \rightarrow 3$.

Varianta 39 - termodinamica

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

Se consideră: numărul lui Avogadro $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23}\,\text{mol}^{-1}$, constanta gazelor ideale $R = 8{,}31\frac{\text{J}}{\text{mol}\cdot\text{K}}$. Între parametri de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația: $p \cdot V = \nu RT$. Exponentul adiabatic este definit prin relația: $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

SUBIECTUL I – **(15 puncte)**

Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului considerat corect.

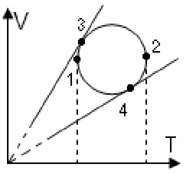
1. Ştiind că simbolurile unităților de măsură sunt cele utilizate în manualele de fizică, unitatea de măsură în S.I. pentru căldura specifică a unui gaz ideal este:

a. K **b.** $\frac{\text{J}}{\text{mol}\cdot\text{K}}$ **c.** K^{-1} **d.** $\frac{\text{J}}{\text{Kg}\cdot\text{K}}$ **(2p)**

2. Un gaz ideal monoatomic ($C_V = \frac{3R}{2}$) primeşte izoterm căldura Q. Variația energiei sale interne este egală cu:

a. $\frac{5Q}{2}$ **b.** 0 **c.** $\frac{3Q}{2}$ **d.** $3Q$ **(3p)**

3. O masă dată de gaz ideal descrie o transformare care se reprezintă în sistemul de coordonate *V-T* ca în figura alăturată. Presiunea gazului este minimă în starea:



a. 1
b. 2
c. 3
d. 4 **(5p)**

4. Temperatura unei mase de gaz ideal:
a. creşte într-o destindere adiabatică;
b. scade dacă gazul primeşte izocor căldură;
c. este constantă într-o transformare izotermă;
d. este constantă într-o transformare ciclică. **(3p)**

5. Considerând că notațiile sunt cele utilizate în manualele de fizică, expresia energiei interne a gazului ideal diatomic este:

a. $U = \frac{3}{2}\nu RT$ **b.** $U = \frac{5}{2}\nu RT$ **c.** $U = 2\nu RT$ **d.** $U = \frac{3}{2}kT$ **(2p)**

B. SUBIECTUL II – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

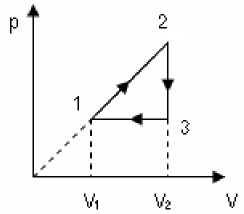
Într-un vas închis cu pereți rigizi, de volum $V = 8\cdot 10^{-3}\,\text{m}^3$ se află o masă $m = 16\,\text{g}$ de oxigen, considerat gaz ideal, la presiunea $p = 150\,\text{kPa}$. Se cunoaşte masa molară a oxigenului $\mu = 32\cdot 10^{-3}\,\frac{\text{kg}}{\text{mol}}$. Determinați:

a. cantitatea de gaz din vas;
b. temperatura oxigenului din vas;
c. numărul de molecule de oxigen din vas;
d. densitatea oxigenului din vas.

B. SUBIECTUL III – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Un mol de gaz ideal monoatomic ($C_V = \frac{3}{2}R$) parcurge ciclul reprezentat în coordonate *p*-V în figura alăturată. Se cunosc $T_1 = 300\,\text{K}$ şi $V_2 = 2V_1$. Transformarea 1-2 este reprezentată printr-o dreaptă care trece prin origine. Determinați:



a. energia internă a gazului în starea 2;
b. lucrul mecanic efectuat de gaz în cursul unui ciclu;
c. căldura schimbată de gaz cu mediul exterior în transformarea 3-1, precizând dacă este primită sau cedată;
d. căldura molară a gazului pe transformarea 1-2.

Varianta 40 - termodinamica

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

Se consideră: numărul lui Avogadro $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23}\,\text{mol}^{-1}$, constanta gazelor ideale $R = 8{,}31\dfrac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$. Între parametri de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația: $p \cdot V = \nu RT$. Exponentul adiabatic este definit prin relația: $\gamma = \dfrac{C_P}{C_V}$

SUBIECTUL I – (15 puncte)

Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului considerat corect.

1. Ştiind că simbolurile unităților de măsură sunt cele utilizate în manualele de fizică unitatea de măsură în S.I. a cantității de substanță este:

a. mol **b.** $\text{kg} \cdot \text{mol}^{-1}$ **c.** kg **d.** $\text{mol} \cdot \text{kg}^{-1}$ **(2p)**

2. Prin destinderea izotermă a unui gaz ideal, presiunea lui scade de e ori (e = baza logaritmilor naturali). Notațiile fiind cele obişnuite în manualele de fizică, căldura primită de gaz în cursul acestui proces este:

a. νRT **b.** $\dfrac{\nu RT}{e}$ **c.** $-eRT$ **d.** $\dfrac{3}{2}\nu RT$ **(2p)**

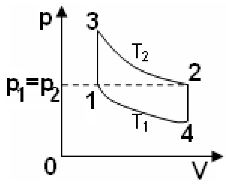
3. Pentru a încălzi o cantitate de gaz ideal monoatomic $\left(C_V = \dfrac{3}{2}R\right)$ cu ΔT la volum constant se consumă căldura $Q = 3\,\text{kJ}$. Pentru a răci la presiune constantă tot cu ΔT aceeaşi cantitate de gaz ideal monoatomic, căldura cedată este:

a. $2\,\text{kJ}$ **b.** $-2\,\text{kJ}$ **c.** $-5\,\text{kJ}$ **d.** $-6\,\text{kJ}$ **(5p)**

4. Într-un motor care funcționează după un ciclu Otto, asupra substanței de lucru se efectuează lucru mecanic în timpul:

a. admisiei **b.** evacuării **c.** arderii şi detentei **d.** compresiei adiabatice. **(3p)**

5. Un mol de gaz ideal poate ajunge dintr-o stare inițială 1 într-o stare finală 2 caracterizată prin aceeaşi presiune $p_1 = p_2$, fie prin procesul $1 \to 3 \to 2$, fie prin procesul $1 \to 4 \to 2$, ca în figura alăturată. Despre căldura schimbată cu mediul exterior se poate afirma că:



a. are cea mai mare valoare în procesul $1 \to 3 \to 2$

b. are cea mai mare valoare în procesul $1 \to 4 \to 2$

c. are cea mai mică valoare în procesul $1 \to 3 \to 2$

d. este aceeaşi în ambele procese **(3p)**

B. SUBIECTUL II – (15 puncte)

Rezolvați următoarea problemă:

O sondă spațială explorează atmosfera planetei Marte; la nivelul suprafeței planetei, presiunea p_1 reprezintă 0,7% din presiunea atmosferică normală pe Pământ, p_0. Într-un corp de pompă este recoltată o probă care conține un amestec de gaze (cu comportare pe care o presupunem ideală) la presiunea p_1: 19,2 mol de dioxid de carbon CO_2, 0,5 mol de azot N_2 şi 0,3 mol de argon Ar.

Cunoscând $p_0 = 10^5\ \text{N/m}^2$, masele atomice relative ale argonului, azotului, respectiv ale oxigenului $A_{argon} = 40$, $A_N = 14$, $A_C = 12$, $A_O = 16$, precum şi densitatea amestecului $\rho = 13\ \text{g/m}^3$, calculați (în unități ale S.I.):

a. masa m_{01} a moleculei de dioxid de carbon;

b. raportul dintre presiunea pe care ar avea-o argonul dacă, la aceeaşi temperatură, ar rămâne singur în butelie şi presiunea la care se află amestecul în corpul de pompă;

c. masa molară a amestecului gazos;

d. temperatura amestecului din corpul de pompă.

B. SUBIECTUL III – (15 puncte)

Rezolvați următoarea problemă:

Într-un cilindru orizontal, prevăzut cu un piston etanş, care se poate mişca fără frecări, se află un gaz ideal monoatomic la temperatura $t_1 = 27^0\text{C}$ şi presiunea $p = 10^5\ \text{N/m}^2$. Volumul inițial ocupat de gaz este $V_1 = 1\,\ell$. Gazul este încălzit lent până când volumul se dublează. Apoi gazul îşi dublează din nou volumul, temperatura menținându-se constantă. Se cunoaşte $C_V = \dfrac{3}{2}R$ şi $\ln 2 \cong 0{,}693$

a. Reprezentați grafic cele două procese în sistemul de coordonate $p-V$.

b. Calculați energia internă a gazului în starea inițială.

c. Calculați lucrul mecanic total schimbat de gaz cu mediul exterior în cele două transformări.

d. Calculați căldura schimbată de gaz cu mediul exterior în cele două transformări.

Varianta 41 - termodinamica

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

Se consideră: numărul lui Avogadro $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23} \text{mol}^{-1}$, constanta gazelor ideale $R = 8{,}31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$. Între parametri de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația: $p \cdot V = \nu RT$. Exponentul adiabatic este definit prin relația: $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

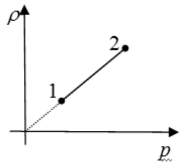
SUBIECTUL I – (15 puncte)

Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului considerat corect.

1. Utilizând notațiile din manualele de fizică, unitatea de măsură în S.I. a mărimii fizice definite prin expresia $\frac{Q}{\nu \, \Delta t}$ este:

a. $\frac{\text{J}}{\text{K}}$ **b.** $\frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$ **c.** $\frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot {}^\circ\text{C}}$ **d.** $\frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ **(3p)**

2. Un gaz ideal suferă o transformare de stare, dependența densității gazului de presiunea sa fiind reprezentată în figura alăturată. Transformarea suferită de gaz este:



a. izotermă
b. izocoră
c. izobară
d. generală **(5p)**

3. Un corp este încălzit de la temperatura T_1 = 285 K la t_2 = 95 °C. Variația temperaturii corpului în acest proces este:

a. 190°C **b.** 190K **c.** 90K **d.** 83K **(2p)**

4. O cantitate constantă de gaz ideal efectuează o transformare oarecare. Lucrul mecanic este negativ dacă transformarea este:
a. încălzire izobară; **(3p)**
b. răcire izocoră;
c. destindere adiabatică;
d. comprimare izotermă.

5. Simbolurile mărimilor fizice fiind cele utilizate în manualele de fizică, energia internă a unui gaz ideal monoatomic ($\gamma = \frac{5}{3}$) are expresia:

a. $1{,}5pV$ **b.** $2{,}5\nu RT$ **c.** $\mu C_V T$ **d.** $3{,}5pV$ **(2p)**

B. SUBIECTUL II – (15 puncte)

Rezolvați următoarea problemă:

Într-o incintă cu pereți rigizi se află o masă m = 100 g de hidrogen ($\mu = 2 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$) la presiunea $p_1 = 10^5$Pa şi temperatura T_1 = 300 K. Gazul este încălzit lent până la presiunea $p_2 = 3 \cdot 10^5$ Pa. Determinați:
a. temperatura gazului în starea 2;
b. masa unei molecule de hidrogen;
c. numărul total de molecule;
d. densitatea gazului în starea 2.

Ministerul Educației, Cercetării şi Inovării
Centrul Național pentru Curriculum şi Evaluare în Învățământul Preuniversitar

B. SUBIECTUL III – (15 puncte)

Rezolvați următoarea problemă:

O cantitate oarecare de gaz ideal biatomic ($\gamma = \frac{7}{5}$) aflat inițial într-o stare caracterizată prin parametrii termodinamici $p_1 = 10^5$ Pa, $V_1 = 30\,\ell$ şi $t_1 = 627^0$C, efectuează şirul de transformări: $1 \to 2$ comprimare la presiune constantă până la atingerea temperaturii $t_2 = 27^0$C, $2 \to 3$ destindere la temperatură constantă până la atingerea volumului stării inițiale, $3 \to 1$ încălzire la volum constant până la revenirea în starea inițială. Se cunoaşte ln 3=1,1.
a.Reprezentați grafic procesele descrise în sistemul de coordonate $V - T$
b.Calculați variația energiei interne a gazului în transformarea $1 \to 2$.
c.Calculați valoarea lucrului mecanic schimbat de gaz cu mediul exterior în transformarea $1 \to 2$.
d.Determinați căldura primită de gaz pe parcursul transformării ciclice.

Variante 42 - termodinamica

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

Se consideră: numărul lui Avogadro $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23}\,\text{mol}^{-1}$, constanta gazelor ideale $R = 8{,}31\frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$. Între parametri de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația: $p \cdot V = \nu RT$. Exponentul adiabatic este definit prin relația: $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

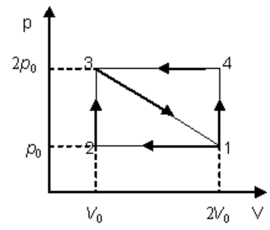
SUBIECTUL I – **(15 puncte)**

Pentru itemii 1-5 scrieţi pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului considerat corect.

1. Ştiind că simbolurile unităților de măsură sunt cele utilizate în manualele de fizică, unitatea de măsură în S.I. pentru mărimea fizică egală cu raportul dintre capacitatea calorică şi căldura molară este:

a. K **b.** $\frac{1}{\text{K}} = \text{K}^{-1}$ **c.** mol **d.** $\frac{1}{\text{mol}} = \text{mol}^{-1}$ **(2p)**

2. O cantitate oarecare dintr-un gaz ideal este supusă proceselor $1-2-3-1$, respectiv $1-4-3-1$, reprezentate în sistemul de coordonate *p-V* ca în figura alăturată. Raportul dintre lucrurile mecanice schimbate de gaz cu exteriorul în cele două procese are valoarea:



a. $\frac{L_{1231}}{L_{1431}} = -2$

b. $\frac{L_{1231}}{L_{1431}} = -1$

c. $\frac{L_{1231}}{L_{1431}} = 1$

d. $\frac{L_{1231}}{L_{1431}} = 2$ **(3p)**

3. Heliul, considerat gaz ideal, cu căldura molară la presiune constantă $C_p = \frac{5}{2}R$, aflat într-un corp de pompă efectuează o transformare în cursul căreia presiunea rămâne constantă (izobară) şi primeşte căldura 120 J. Lucrul mecanic efectuat de gaz în această transformare este egal cu:

a. 24 J **b.** 48 J **c.** 80 J **d.** 120 J **(5p)**

4. Un gaz ideal monoatomic efectuează o transformare ciclică reversibilă formată din două transformări în cursul cărora temperatura rămâne constantă (izoterme) şi două transformări în cursul cărora presiunea rămâne constantă (izobare). Într-una din transformările izobare, gazul primeşte căldura 200 J. În cursul celeilalte transformări izobare, căldura schimbată de gaz cu exteriorul este egală cu:

a. 200 J (cedată) **b.** 200 J (primită) **c.** 300 J (cedată) **d.** 300 J (primită) **(3p)**

5. În cursul unei transformări adiabatice a unui gaz ideal aflat într-un cilindru cu piston (transformare descrisă de ecuația $pV^\gamma = \text{const.}$) presiunea gazului *p* variază direct proporțional cu puterea a treia a temperaturii absolute *T*. Exponentul adiabatic al gazului este:

a. 1,5 **b.** 2 **c.** 2,5 **d.** 3 **(2p)**

B. SUBIECTUL II – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Într-o butelie pentru scufundări subacvatice se găseşte un amestec de oxigen O_2 şi azot N_2 (gaze cu comportare considerată ideală) la presiunea $p = 5p_0$. Cantitatea de oxigen reprezintă 25% din cantitatea totală de substanță din butelie. Cunoscând $\mu_{N_2} = 28$ g/mol, $\mu_{O_2} = 32$ g/mol, calculați (în unități ale S.I.):

a. masa m_{01} a moleculei de azot;
b. presiunea pe care ar avea-o oxigenul dacă, la aceeaşi temperatură, ar rămâne singur în butelie;
c. masa molară medie a amestecului din butelie;
d. cu cât se modifică masa molară a amestecului, dacă înlocuim a 15-a parte din cantitatea de azot cu un număr egal de moli de argon (a cărui masă moleculară este 40 g/mol).

B. SUBIECTUL III – **(15 puncte)**

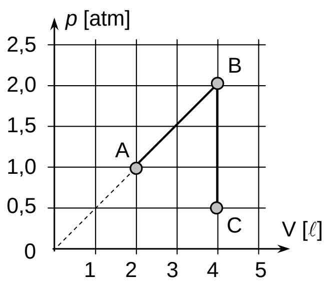
Rezolvați următoarea problemă:

Gazul ideal închis etanş într-un corp de pompă cu volumul $2\,\ell$ se află la o presiune egală cu presiunea atmosferică normală ($p_0 = 1\text{ atm} \cong 10^5\text{ Pa}$) şi efectuează următoarea succesiune de transformări reversibile:

AB: gazul primeşte căldură astfel încât presiunea să crească proporțional cu volumul, până când volumul se dublează;

BC: pistonul este blocat şi gazul se răceşte până când presiunea scade la jumătate din presiunea atmosferică.

Considerând că exponentul adiabatic al gazului are valoarea $\gamma = 1{,}5$, calculați:



a. variația energiei interne a gazului în transformarea ABC;
b. lucrul mecanic efectuat de gaz în transformarea ABC;
c. căldura cedată în transformarea BC;
d. căldura primită în transformarea AB.

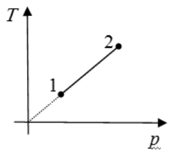
Varianta 43 - termodinamica

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

Se consideră: numărul lui Avogadro $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23}\,\text{mol}^{-1}$, constanta gazelor ideale $R = 8{,}31\frac{\text{J}}{\text{mol}\cdot\text{K}}$. Între parametri de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația: $p \cdot V = \nu RT$. Exponentul adiabatic este definit prin relația: $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

SUBIECTUL I – **(15 puncte)**

Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului considerat corect.



1. Un gaz ideal trece din starea 1 în starea 2 printr-un proces reprezentat în sistemul de coordonate *T-p* în figura alăturată. Transformarea suferită de gaz este:
a. destindere izotermă
b. încălzire izobară
c. răcire izocoră
d. încălzire izocoră **(2p)**

2. Precizați în care dintre timpii de funcționare ai motorului Diesel amestecul de gaze din cilindru efectuează lucru mecanic:
a.admisia **b.**compresia **c.** arderea şi detenta **d.**evacuarea **(5p)**

3. Se amestecă acelaşi număr de molecule din două substanțe având masele molare μ_1, respectiv μ_2. Masa molară a amestecului este:
a. $\mu = \frac{\mu_1 + \mu_2}{2}$ **b.** $\mu = \frac{\mu_1\mu_2}{\mu_1 + \mu_2}$ **c.** $\mu = \frac{2\mu_1\mu_2}{\mu_1 + \mu_2}$ **d.** $\mu = \mu_1 + \mu_2$ **(2p)**

4. Un gaz ideal monoatomic $\left(C_V = \frac{3}{2}R\right)$ are energia internă de $300\,\text{J}$. Lucrul mecanic efectuat în timpul unui proces izobar în care energia internă se dublează este de:
a. $-300\,\text{J}$ **b.** $200\,\text{J}$ **c.** $250\,\text{J}$ **d.** $300\,\text{J}$ **(3p)**

5.Mărind presiunea unui gaz ideal de 3 ori şi micşorând temperatura lui absolută de 2 ori, densitatea gazului:
a. scade de 1,5 ori **b.**creşte de 1,5 ori **c.** creşte de 2 ori **d.** creşte de 6 ori **(3p)**

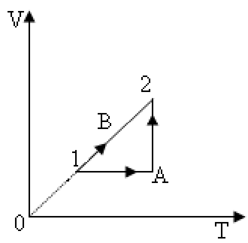
B. SUBIECTUL II – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Într-o butelie de volum $V = 24\,\ell$ se află hidrogen molecular $(\mu = 2\text{g/mol})$, considerat gaz ideal, la presiunea $p_1 = 12 \cdot 10^5\,\text{Pa}$ şi temperatura $t = 27^0\text{C}$. La un moment dat din butelie începe să iasă gaz. Masa gazului care părăseşte butelia reprezintă o fracțiune $f = 30\%$ din masa inițială. Determinați:
a. densitatea gazului în starea inițială;
b. masa de H_2 rămas în butelie;
c. numărul de molecule de gaz care au părăsit incinta;
d. valoarea presiunii p_2 a gazului rămas în butelie, presupunând că temperatura s-a menținut constantă.

B. SUBIECTUL III – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:



O cantitate $\upsilon = 2\,\text{moli}$ de gaz diatomic ($C_V = \frac{5}{2}R$) evoluează între două stări de echilibru termodinamic 1 şi 2 prin două procese distincte: $1 \to A \to 2$, respectiv $1 \to B \to 2$, reprezentate în coordonate *V-T* ca în figura alăturată. Se cunosc: $V_1 = 400\,\ell$, $T_1 = 300\,\text{K}$, $V_2 = 800\,\ell$ şi $\ln 2 \cong 0{,}69$.
a. Reprezentați cele două procese în sistemul de coordonate $p - V$.
b. Calculați lucrul mecanic schimbat de gaz cu mediul exterior în cele două procese ($1 \to A \to 2$ şi $1 \to B \to 2$).
c. Determinați variația energiei interne a gazului la trecerea din starea 1 în starea 2.
d. Calculați căldura schimbată de gaz cu mediul exterior în cele două procese ($1 \to A \to 2$ şi $1 \to B \to 2$).

Varianta 44 - termodinamica

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

Se consideră: numărul lui Avogadro $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23}\,\text{mol}^{-1}$, constanta gazelor ideale $R = 8{,}31\dfrac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$. Între parametri de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația: $p \cdot V = \nu RT$. Exponentul adiabatic este definit prin relația: $\gamma = \dfrac{C_P}{C_V}$

SUBIECTUL I – **(15 puncte)**

Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului considerat corect.

1. Ştiind că simbolurile mărimilor fizice sunt cele utilizate în manualele de fizică, expresia corectă a variației energiei interne a unui gaz ideal care suferă o transformare generală este:

a. $\Delta U = \nu C_V \Delta T$ **b.** $\Delta U = \nu C_p \Delta T$ **c.** $\Delta U = \nu RT \ln\dfrac{V_f}{V_i}$ **d.** $\Delta U = \nu RT \ln\dfrac{V_i}{V_f}$ **(2p)**

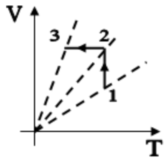
2. O cantitate oarecare dintr-un gaz ideal efectuează o transformare generală în timpul căreia îşi dublează presiunea şi îşi înjumătăţeşte temperatura. Volumul său:

a. scade de patru ori
b. rămâne constant
c. creşte de două ori
d. creşte de patru ori **(3p)**

3. Ținând cont că simbolurile unităților de măsură sunt cele utilizate în manualele de fizică, unitatea de măsură a căldurii specifice a unei substanțe se exprimă ca:

a. $\dfrac{\text{J}}{\text{K}}$ **b.** $\dfrac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$ **c.** $\dfrac{\text{J}}{\text{kg}}$ **d.** J **(5p)**

4. Un gaz ideal suferă transformarea $1 \to 2 \to 3$, reprezentată în figura alăturată. Între presiunile gazului în stările 1,2 şi 3 există relația:



a. $p_3 > p_2 > p_1$
b. $p_2 > p_3 > p_1$
c. $p_1 > p_2 > p_3$
d. $p_2 > p_1 > p_3$ **(3p)**

5. Un mol de gaz ideal monoatomic $(C_V = 3R/2)$ ajunge, printr-o transformare adiabatică, din starea inițială 1 în starea finală 2. Presiunea şi volumul gazului în starea inițială sunt $p_1 = 4 \cdot 10^5\,\text{N/m}^2$, respectiv $V_1 = 2\,\ell$, iar în starea finală $p_2 = 1{,}25 \cdot 10^4\,\text{N/m}^2$, respectiv $V_2 = 16\,\ell$. Lucrul mecanic schimbat de gaz cu exteriorul are valoarea:

a. 1800 J **b.** 900 J **c.** −900 J **d.** −1800 J **(2p)**

B. SUBIECTUL II – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

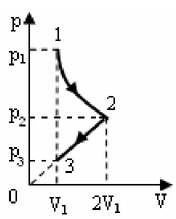
Un vas cilindric orizontal, închis la ambele capete şi izolat termic de exterior, este împărțit în două compartimente de către un piston termoizolant, mobil, aflat inițial în echilibru. Într-un compartiment se află $m_1 = 14 \cdot 10^{-3}$ kg de azot molecular ($\mu_{N_2} = 28$ kg/kmol) la temperatura $T_1 = 350$ K, iar în celălalt $m_2 = 4 \cdot 10^{-3}$ kg de oxigen molecular ($\mu_{O_2} = 32$ kg/kmol), la temperatura $T_2 = 400$ K. Ambele gaze sunt considerate gaze ideale.

a. Determinați raportul dintre cantitatea de azot şi cantitatea de oxigen.
b. Calculați masa unei molecule de azot.
c. Calculați raportul densităților celor două gaze.
d. Azotul din primul compartiment se încălzeşte, cu pistonul blocat, până la temperatura $T_2 = 400$ K. Calculați masa de azot care trebuie scoasă din primul compartiment pentru ca, după eliberarea pistonului, poziția acestuia să rămână nemodificată.

B. SUBIECTUL III – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

O cantitate dată de gaz ideal diatomic $C_V = \dfrac{5}{2}R$ aflată inițial în starea 1 în care presiunea este $p_1 = 4 \cdot 10^5$ N/m^2 şi volumul $V_1 = 1\,\ell$ este supusă transformării $1 \to 2 \to 3$, reprezentată în coordonate *p-V* ca în figura alăturată. Transformarea $1 \to 2$ este izotermă iar transformarea $2 \to 3$ este reprezentată printr-o dreaptă care trece prin origine. Se consideră $\ln 2 \cong 0{,}693$. Determinați:



a. presiunea gazului în starea 3;
b. căldura schimbată de gaz cu exteriorul în cursul transformării $1 \to 2$;
c. lucrul mecanic schimbat de gaz cu exteriorul în cursul transformării $2 \to 3$;
d. valoarea căldurii molare în transformarea $2 \to 3$.

Varianta 45 - termodinamica

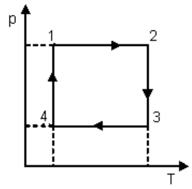
B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

Se consideră: numărul lui Avogadro $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23}\,\text{mol}^{-1}$, constanta gazelor ideale $R = 8{,}31\dfrac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$. Între parametri de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația: $p \cdot V = \nu RT$. Exponentul adiabatic este definit prin relația: $\gamma = \dfrac{C_P}{C_V}$

SUBIECTUL I – **(15 puncte)**

Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului considerat corect.

1. Între volumele celor patru stări atinse de un gaz ideal ce suferă procesul ciclic din figura alăturată există relația:



a. $V_1 \cdot V_2 = V_3 \cdot V_4$
b. $V_1 + V_2 = V_3 + V_4$
c. $V_1 \cdot V_3 = V_2 \cdot V_4$
d. $V_1 + V_4 = V_2 + V_3$ **(2p)**

2. Simbolurile mărimilor fizice fiind cele utilizate în manualele de fizică, dintre expresiile de mai jos, cea care are aceeaşi unitate de măsură ca şi presiunea este:
a. $Q / \Delta T$ **b.** $\Delta T / Q$ **c.** $T\Delta V$ **d.** $L / \Delta V$ **(3p)**

3. Relația $Q = \Delta U$ este adevărată pentru o transformare:
a. adiabatică;
b. izotermă;
c. izobară;
d. izocoră. **(5p)**

4. O masă de gaz aflată inițial la temperatura T se destinde până la dublarea volumului astfel încât energia internă rămâne constantă. Temperatura gazului în starea finală este:
a. $T/2$ **b.** T **c.** $2T$ **d.** $4T$ **(3p)**

5. Un gaz având căldura molară la volum constant $C_V = 3R/2$, absoarbe căldura $Q = 100\,\text{J}$ la presiune constantă. Lucrul mecanic efectuat de gaz în acest proces are valoarea:
a. 40 J **b.** 50 J **c.** 100 J **d.** 120 J **(2p)**

B. SUBIECTUL II – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

O incintă cu pereți rigizi conține o cantitate $\upsilon = 2\,\text{mol}$ de azot ($\mu = 28\,\text{kg/kmol}$), considerat gaz ideal. Inițial azotul se află la temperatura $t_1 = 27^0\text{C}$ şi ocupă volumul $V = 10\,\ell$. Gazul este încălzit până când presiunea se dublează. Determinați:
a. masa unei molecule de azot exprimată în kg;
b. densitatea azotului din incintă;
c. temperatura la care ajunge azotul în starea finală;
d. numărul de molecule care trebuie scoase din incintă astfel încât presiunea azotului să devină egală cu cea inițială.

Ministerul Educației, Cercetării şi Inovării
Centrul Național pentru Curriculum şi Evaluare în Învățământul Preuniversitar

B. SUBIECTUL III – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Într-un cilindru vertical închis în partea superioară cu un piston etanş de masă $m = 5\,\text{kg}$ şi secțiune $S = 10\,\text{cm}^2$, care se poate mişca fără frecare, se află o cantitate de gaz ideal având căldura molară la volum constant $C_V = 3R/2$. Datorită încălzirii gazul din cilindru îşi măreşte volumul de 1,5 ori şi efectuează un lucru mecanic $L = 60\,\text{J}$. După încălzire pistonul este blocat, iar gazul este răcit până când presiunea scade de două ori. Cunoscând valoarea presiunii atmosferice $p_0 = 10^5\,\text{N/m}^2$, şi accelerația gravitațională $g = 10\,\text{m/s}^2$, determinați:
a. presiunea gazului din cilindru în starea inițială;
b. deplasarea pistonului în urma încălzirii gazului;
c. variația energiei interne a gazului în urma încălzirii;
d. căldura cedată de gaz mediului exterior .

Varianta 46 - termodinamica

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

Se consideră: numărul lui Avogadro $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23} mol^{-1}$, constanta gazelor ideale $R = 8{,}31 \frac{J}{mol \cdot K}$. Între parametri de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația: $p \cdot V = \nu RT$. Exponentul adiabatic este definit prin relația: $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

SUBIECTUL I – **(15 puncte)**

Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului considerat corect.

1. Un gaz ideal suferă o transformare ciclică în timpul căreia primeşte căldura $Q_1 = 4\,kJ$ de la o sursă caldă şi cedează sursei reci căldura $Q_2 = -3{,}2\,kJ$. Lucrul mecanic efectuat de gaz în această transformare este egal cu:

a. $L = 7200\,J$ **b.** $L = 800\,J$ **c.** $L = 200\,J$ **d.** $L = 80\,J$ **(2p)**

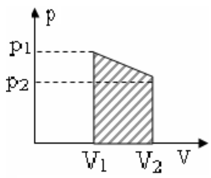
2. Aerul aflat într-un vas de volum $V = 0{,}2\,m^3$ la presiunea $p_1 = 2 \cdot 10^5 N/m^2$ este răcit izocor până ajunge la presiunea $p_2 = 10^5 Pa$. Lucrul mecanic efectuat în acest proces are valoarea:

a. $0\,J$ **b.** $20\,J$ **c.** $60\,J$ **d.** $10^6\,J$ **(3p)**

3. Simbolurile mărimilor fizice fiind cele utilizate în manualele de fizică, unitatea de măsură pentru mărimea fizică exprimată prin raportul $\frac{N}{N_A}$ este:

a. m^3/mol **b.** mol^{-1} **c.** kg/mol **d.** mol **(2p)**

4. În transformarea cvasistatică reprezentată în graficul alăturat presiunea gazului ideal scade liniar între valorile $p_1 = 3 \cdot 10^5\,Pa$ şi $p_2 = 10^5\,Pa$, în timp ce volumul creşte de la $V_1 = 1\,m^3$ la $V_2 = 5\,m^3$. Lucrul mecanic efectuat este egal cu:



a. $L = 800\,J$

b. $L = 400\,kJ$

c. $L = 800\,kJ$

d. $L = 2400\,kJ$ **(5p)**

5. Dintre mărimile fizice de mai jos, **NU** este mărime fizică de stare:

a. energia internă **b.** temperatura **c.** căldura **d.** presiunea **(3p)**

B. SUBIECTUL II – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Un kilomol de hidrogen $(\mu_{H_2} = 2\,g/mol)$, considerat gaz ideal, ocupă în condiții fizice normale ($p_0 = 10^5$ Pa, $T_0 = 273$ K) volumul $V_{\mu_0} = 22{,}4\,m^3/kmol$. Determinați:

a. numărul de molecule conținute într-un volum $V = 2\,m^3$ de hidrogen, aflat în condiții normale de temperatură şi presiune;

b. masa unei molecule de hidrogen;

c. numărul de molecule conținute într-o masă $m = 1\,kg$ de hidrogen;

d. densitatea hidrogenului în condiții fizice normale.

B. SUBIECTUL III – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Într-un motor termic, un mol de gaz ideal având exponentul adiabatic $\gamma = 5/3$, efectuează un proces termodinamic ciclic format din următoarele transformări termodinamice: (AB)– transformare izotermă; (BC) – transformare izobară; (CD) – transformare izotermă; (DA) - transformare izobară. Cunoaşteți că: în starea de echilibru termodinamic A presiunea gazului este $p_A = 10^5\,Pa$ şi volumul $V_A = 25\,\ell$; în starea de echilibru termodinamic B presiunea gazului este $p_B = 5 \cdot 10^5\,Pa$; în starea de echilibru termodinamic C volumul ocupat de gaz are valoarea $V_C = 10\,\ell$.

a. Reprezentați grafic în sistemul de coordonate $p-V$ succesiunea de transformări: $A \to B \to C \to D \to A$.

b. Determinați variația energiei interne a gazului între starea de echilibru termodinamic A şi starea de echilibru termodinamic C.

c. Calculați lucrul mecanic schimbat de gaz cu mediul exterior în destinderea izobară.

d. Calculați căldura schimbată de gaz cu mediul exterior în compresia izobară.

Varianta 47 - termodinamica

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

Se consideră: numărul lui Avogadro $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23} \text{mol}^{-1}$, constanta gazelor ideale $R = 8{,}31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$. Între parametri de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația: $p \cdot V = \nu RT$. Exponentul adiabatic este definit prin relația: $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

SUBIECTUL I – **(15 puncte)**

Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului considerat corect.

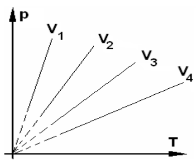
1. Ştiind că simbolurile unităților de măsură sunt cele utilizate în manualele de fizică, unitatea de masură în S.I. pentru capacitatea calorică este:

a. $\frac{\text{J}}{\text{K}}$ **b.** $\frac{\text{J}}{\text{K}^2}$ **c.** $\frac{\text{J}}{\text{kmol} \cdot \text{K}}$ **d.** $\frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$ **(2p)**

2. Lucrul mecanic schimbat cu mediul exterior de ν moli dintr-un gaz ideal biatomic ($C_V = \frac{5}{2}R$) în timpul unui proces cvasistatic adiabatic desfăşurat între temperaturile T_1 şi T_2 are expresia:

a. $\frac{3\nu R}{2}(T_2 - T_1)$ **b.** $\frac{3\nu R}{2}(T_1 - T_2)$ **c.** $\frac{5\nu R}{2}(T_2 - T_1)$ **d.** $\frac{5\nu R}{2}(T_1 - T_2)$ **(3p)**

3. În figura alăturată sunt prezentate, în sistemul de coordonate *p-T,* graficele a patru transformări izocore ale aceleiaşi cantități de gaz ideal. Graficul corespunzător volumului maxim este notat cu:



a. V_1

b. V_2

c. V_3

d. V_4. **(5p)**

4. Un gaz ideal suferă o transformare izotermă, presiunea acestuia dublându-se. Raportul densităților corespunzătoare stării inițiale, respectiv finale este egal cu:

a. $\frac{1}{2}$ **b.** 1 **c.** $\frac{3}{2}$ **d.** 2 **(2p)**

5. Ținând cont că simbolurile mărimilor fizice sunt cele utilizate în manualele de fizică expresia matematică a principiului I al termodinamicii este:

a. $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$ **b.** $Q = \Delta U + L$ **c.** $Q = \nu \cdot R \cdot \Delta T$ **d.** $Q_{ced} = Q_{abs}$ **(3p)**

B. SUBIECTUL II – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Un cilindru închis cu un piston etanş, care se poate deplasa fără frecare, conține o cantitate $\upsilon = 2$ moli de heliu ($\mu = 4$ g/mol). Inițial gazul se află în condiții normale de presiune şi temperatură ($p_0 = 10^5$ Pa, $T_0 = 273$ K). Gazul suferă o transformare în cursul căreia presiunea rămâne constantă, temperatura finală a gazului fiind de două ori mai mare decât temperatura inițială. Determinați:

a. numărul de atomi de gaz din cilindru;

b. densitatea gazului în starea inițială;

c. volumul ocupat de gaz în starea finală;

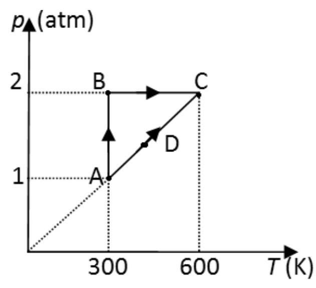
d. numărul de atomi de heliu conținuți în unitatea de volum, în starea finală.

Ministerul Educației, Cercetării şi Inovării
Centrul Național pentru Curriculum şi Evaluare în Învățământul Preuniversitar

B. SUBIECTUL III – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Un mol de gaz ideal diatomic ($\gamma = 1{,}4$) poate trece din starea de echilibru termodinamic **A** în starea de echilibru termodinamic **C** în două moduri distincte: prin transformările **A**→**B**→**C**, respectiv transformarea **A**→**D**→**C** reprezentate în coordonate *p-T* în figura alăturată. Se cunoaşte că $1 \text{ atm} \cong 10^5 \text{ Pa}, \ln 2 = 0{,}693$.



a. reprezentați cele două transformări A→B→C, respectiv A→D→C într-un sistem de coordonate *p-V.*

b. calculați căldura schimbată de gaz cu mediul exterior în transformarea **A**→**D**→**C**;

b. calculați lucrul mecanic efectuat de gaz, în transformarea **A**→**B**→**C**;

c. determinați variația energiei interne a gazului între stările **A** şi **C**.

Varianta 48 - termodinamica

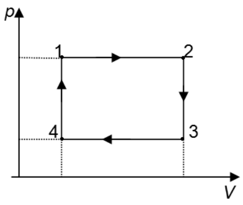
B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

Se consideră: numărul lui Avogadro $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} mol^{-1}$, constanta gazelor ideale $R = 8,31 \frac{J}{mol \cdot K}$. Între parametri de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația: $p \cdot V = \nu RT$. Exponentul adiabatic este definit prin relația: $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

SUBIECTUL I – **(15 puncte)**

Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului considerat corect.

1. O cantitate dată de gaz ideal efectuează transformarea ciclică 12341 reprezentată în coordonate *p-V* ca în figura alăturată. Transformarea în care gazul primeşte lucru mecanic din exterior este:



a. 1-2
b. 2-3
c. 3-4
d. 4-1
(5p)

2. Căldura schimbată de un sistem termodinamic cu mediul exterior:
a. este o mărime de stare;
b. este o mărime de proces;
c. este zero dacă sistemul revine în starea inițială;
d. nu depinde de stările intermediare prin care trece sistemul. **(3p)**

3. Pentru a încălzi o masă $m = 0,2\,kg$ de apă $(c_{apa} = 4181 J/kgK)$ de la temperatura inițială t_1 la temperatura $t_2 = 40°C$ s-a consumat o cantitate de căldură $Q = 25,09\,kJ$. Temperatura inițială a apei a fost:

a. 10°C **b**. 20°C **c**. 35°C **d**. 40°C **(3p)**

4. Se amestecă $\nu_1 = 2 kmol$ de dioxid de carbon (CO_2) şi $\nu_2 = 2 kmol$ de azot (N_2). Se ştie că în condiții normale de presiune şi temperatură volumul molar al unui gaz este $V_{\mu 0} = 22,4 m^3/kmol$. Volumul ocupat de amestec în condiții normale de presiune şi temperatură este:

a. $22,4 m^3$ **b.** $44,8 m^3$ **c.** $89,6 m^3$ **d.** $122,4 m^3$ **(2p)**

5. Simbolurile mărimilor fizice fiind cele utilizate în manualele de fizică, unitatea de măsură pentru mărimea fizică exprimată prin raportul $\frac{N}{N_A}$ este:

a. m^3/mol **b.** mol^{-1} **c.** kg/mol **d.** mol **(2p)**

B. SUBIECTUL II – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Într-un cilindru închis cu ajutorul unui piston etanş, care se poate deplasa fără frecare, se găsesc $\upsilon_1 = 2 mol$ de bioxid de carbon (CO_2) şi $\upsilon_2 = 2 mol$ de azot (N_2). Amestecul, considerat gaz ideal, aflat inițial în condiții normale de presiune şi temperatură $(p_0 \cong 10^5\ N/m^2, T_0 \cong 273\,K)$ este încălzit la volum constant până la temperatura $t_2 = 273^0C$. Cunoscând masele molare ale CO_2 şi N_2, $\mu_{CO_2} = 44$ g/mol, $\mu_{N_2} = 28$ g/mol determinați:

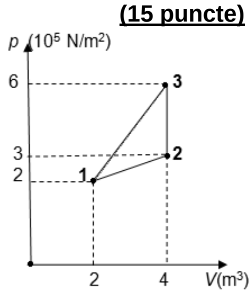
a. masa de substanță conținută în cilindru;
b. volumul ocupat de amestec în condiții normale;
c. presiunea finală a amestecului;
d. variația volumului gazului astfel încât presiunea să devină $p_3 = 8 \cdot 10^5\ N/m^2$, gazul fiind menținut la temperatura constantă T_2.

Ministerul Educației, Cercetării şi Inovării
Centrul Național pentru Curriculum şi Evaluare în Învățământul Preuniversitar

B. SUBIECTUL III – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

O cantitate $\upsilon = 2 kmol$ de oxigen molecular $(C_v = \frac{5}{2}R)$ aflat la presiunea $p_1 = 2 \cdot 10^5\ N/m^2$ ocupă volumul $V_1 = 2\,m^3$. Gazul parcurge o succesiune de transformări reprezentate în coordonate *p-V* în figura alăturată. Determinați:



a. lucrul mecanic schimbat de gaz cu mediul exterior când gazul parcurge ciclul în succesiunea 1231;
b. lucrul mecanic schimbat de gaz cu mediul exterior când gazul parcurge ciclul în succesiunea 1321;
c. variația energiei interne a gazului în transformarea 2-3;
d. căldura cedată de gaz mediului exterior în procesul 3-1.

Varianta 49 - termodinamica

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

Se consideră: numărul lui Avogadro $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23} \text{mol}^{-1}$, constanta gazelor ideale $R = 8{,}31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$. Între parametri de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația: $p \cdot V = \nu RT$. Exponentul adiabatic este definit prin relația: $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

SUBIECTUL I – **(15 puncte)**

Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului considerat corect.

1. Mărimea fizică a cărei valoare este aceeaşi pentru sisteme termodinamice aflate în echilibru termic se numeşte:

a. capacitate calorică **b.** exponent adiabatic **c.** temperatură **d.** căldură specifică **(2p)**

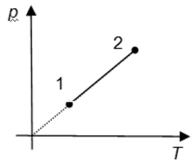
2. Ştiind că simbolurile mărimilor fizice şi ale unităților de măsură sunt cele utilizate în manualele de fizică, unitatea de măsură în S.I. a mărimii fizice exprimate prin raportul $\frac{p \cdot V}{R \cdot T}$ este:

a. mol **b.** J **c.** K **d.** kg **(5p)**

3. Un corp confecționat dintr-un material având căldura specifică c îşi măreşte temperatura cu ΔT. Dacă în acest proces corpul primeşte căldura Q, masa acestuia este:

a. $m = \frac{Q \cdot c}{\Delta T}$ **b.** $m = \frac{Q}{c \cdot \Delta T}$ **c.** $m = \frac{\Delta T}{Q \cdot c}$ **d.** $m = \frac{Q \cdot \Delta T}{c}$ **(3p)**

4. O cantitate dată de gaz ideal efectuează transformarea 1-2 reprezentată în sistemul de coordonate *p-T* în figura alăturată. Alegeți afirmația adevărată referitoare la procesul suferit de gaz:



a. gazul nu efectuează schimb de căldură cu mediul exterior;
b. energia internă a gazului se menține constantă;
c. lucrul mecanic efectuat de gaz este egal cu căldura schimbată cu mediul exterior;
d. căldura schimbată de gaz cu mediul exterior este egală cu variația energiei sale interne. **(2p)**

5. Două corpuri alcătuite din aceeaşi substanță, dar având temperaturi diferite, sunt puse în contact termic. Masele celor două corpuri sunt în relația $m_2 = \frac{m_1}{3}$, iar între temperaturile inițiale ale celor două corpuri există relația $T_2 = 3 \cdot T_1$. Sistemul celor două corpuri fiind izolat adiabatic de mediul exterior, temperatura finală T a sistemului după stabilirea echilibrului termic se exprimă prin relația:

a. $T = 2{,}5 \cdot T_1$ **b.** $T = 1{,}5 \cdot T_1$ **c.** $T = T_1$ **d.** $T = 0{,}5 \cdot T_1$ **(3p)**

B. SUBIECTUL II – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Un vas cilindric orizontal, de volum $V = 12\ \ell$, închis la ambele capete şi izolat termic de exterior, este împărțit în două compartimente **egale**, de către un piston termoizolant, mobil, aflat în echilibru. Într-un compartiment se află $m_1 = 3\text{g}$ hidrogen molecular ($\mu_{H_2} = 2\text{g/mol}$), iar în celălalt azot molecular ($\mu_{N_2} = 28$ g/mol). Gazele din cele două compartimente se află, inițial, la aceeaşi temperatură, $T = 200\text{K}$. Cele două gaze sunt considerate gaze ideale.

a. Determinați presiunea din compartimentul ocupat de hidrogen.
b. Calculați masa azotului.
c. Calculați raportul dintre densitatea azotului şi cea a hidrogenului.
d.Compartimentul în care se află hidrogenul este încălzit, lent, cu $\Delta T = 100\text{K}$, temperatura azotului rămânând nemodificată. Determinați volumul ocupat de azot după restabilirea echilibrului pistonului în urma procesului de încălzire.

B. SUBIECTUL III – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Într-un cilindru orizontal, prevăzut cu un piston care se poate mişca fără frecări, de volum $V = 0{,}1\ \text{m}^3$, se găseşte aer, considerat a fi gaz ideal biatomic ($\gamma = \frac{7}{5}$), la presiunea $p_1 = 10^5$ Pa. Aerul este răcit la volum constant şi cedează în exterior căldura $|Q| = 12{,}5\,\text{kJ}$. Din noua stare, gazul este comprimat la presiune constantă, asupra gazului efectuându-se un lucru mecanic $|L| = 2{,}5\,\text{kJ}$.

a. Reprezentați grafic procesele descrise într-un sistem de coordonate $p - V$.
b. Calculați valoarea presiunii atinse de gaz în urma răcirii la volum constant.
c. Determinați volumul atins de gaz în urma comprimării la presiune constantă ştiind că gazul se află la $p_2 = 0{,}5 \cdot 10^5$ Pa.
d. Calculați variația energiei interne a gazului între starea inițială şi cea finală.

Varianta 50 - termodinamica

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

Se consideră: numărul lui Avogadro $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23} \text{mol}^{-1}$, constanta gazelor ideale $R = 8{,}31\frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$. Între parametri de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația: $p \cdot V = \nu RT$. Exponentul adiabatic este definit prin relația: $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

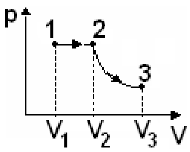
SUBIECTUL I - **(15 puncte)**

Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului considerat corect.

1. Un gaz ideal diatomic $(C_V = 5R/2)$ se află într-o stare inițială în care volumul gazului este V iar presiunea p. Gazul este încălzit la presiune constantă până când volumul său se triplează. Căldura absorbită de gaz în acest proces este:

a. $3pV$ **b.** $5pV$ **c.** $7pV$ **d.** $9pV$ **(3p)**

2. Un gaz monoatomic $(C_V = 3R/2)$ este supus proceselor reprezentate în figura alăturată, în care $1-2$ este o destindere izobară de la volumul V_1 la volumul $V_2 = 2V_1$ iar $2-3$ este o destindere izotermă până la volumul $V_3 = eV_2$ (e =2,71 baza logaritmului natural). Raportul dintre lucrul mecanic total şi variația corespunzătoare a energiei interne a gazului este:



a. 1 **b.** 2 **c.** 3 **d.** 4 **(2p)**

3. În timpul funcționării motorului Diesel, arderea combustibilului are loc într-un proces aproximativ:

a. izobar **b.** izocor **c.** izoterm **d.** adiadatic **(3p)**

4. Într-un balon rigid se află oxigen $(C_V = 5R/2)$ la temperatura $t_1 = 27°\text{C}$. Balonul este încălzit şi oxigenul absoarbe căldura $Q = 50\,\text{kJ}$ până când temperatura sa absolută se triplează. Cantitatea de oxigen din balon este:

a. 2 mol **b.** 3 mol **c.** 4 mol **d.** 6 mol **(5p)**

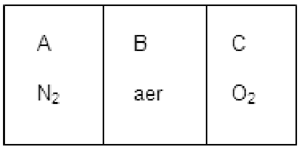
5. Ştiind că simbolurile mărimilor fizice sunt cele utilizate în manualele de fizică expresia a cărei unitate de măsură în S.I. este aceeaşi cu cea a capacității calorice este:

a. $\frac{m \cdot R}{\mu}$ **b.** $p \cdot V$ **c.** $\frac{p \cdot V}{\mu}$ **d.** $R \cdot T$ **(2p)**

B. SUBIECTUL II – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Un cilindru orizontal este împărțit, inițial, în trei compartimente A, B şi C ca în figura alăturată. Compartimentul A are volumul $V_A = 2{,}24\ \ell$ şi conține azot $(\mu_{N_2} = 28\,\text{g/mol})$ cu densitatea $\rho = 1{,}25\,\text{g}/\ell$, compartimentul B conține o masă $m = 1\text{g}$ de aer $(\mu_{aer} = 29\,\text{g/mol})$, iar în compartimentul C se află un număr $N_3 = 4 \cdot 10^{22}$ molecule de oxigen $(\mu_{O_2} = 32\,\text{g/mol})$.



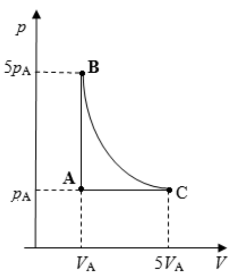
Determinați:

a. numărul de moli de azot din compartimentul A;
b. numărul de molecule de aer din compartimentul B;
c. masa de oxigen din compartimentul C;
d. masa molară a amestecului dacă se înlătură pereții ce separă cele trei gaze.

B. SUBIECTUL III – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

O cantitate de gaz ideal având $C_V = \frac{3}{2}R$ se află în starea **A** de echilibru termodinamic. Gazul efectuează un proces ciclic ABCA reprezentat în coordonate *p-V* în figura alăturată. Se cunosc $p_A = 10^5\,\text{N/m}^2$ şi $V_A = 10\ \ell$ şi ln 5=1,60.



a. Reprezentați grafic procesul ciclic într-un sistem de coordonate V-*T*.
b. Calculați variația energiei interne în procesul ABC.
c. Determinați căldura primită de gaz în decursul unui ciclu complet.
d. Calculați valoarea lucrului mecanic schimbat de gaz cu mediul exterior în procesul CA.

Varianta 51 - termodinamica

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

Se consideră: numărul lui Avogadro $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23} \text{mol}^{-1}$, constanta gazelor ideale $R = 8{,}31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$. Între parametri de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația: $p \cdot V = \nu RT$. Exponentul adiabatic este definit prin relația: $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

SUBIECTUL I - **(15 puncte)**

Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului considerat corect.

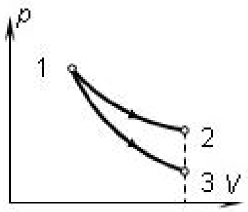
1. Ştiind că simbolurile mărimilor fizice şi ale unităților de măsură sunt cele utilizate în manualele de fizică, unitatea de măsură în S.I. pentru mărimea fizică exprimată prin raportul $\frac{L}{\Delta V}$ este:

a. Joule **b.** atm **c.** Pa **d.** N/m **(2p)**

2. Volumul molar al unui gaz ideal în anumite condiții de presiune şi temperatură este V_μ. Considerând moleculele uniform distribuite, fiecărei molecule îi revine un cub cu latura d egală cu:

a. $d = \sqrt[3]{\frac{V_\mu}{N_A}}$ **b.** $d = \sqrt[3]{2\frac{V_\mu}{N_A}}$ **c.** $d = 2 \cdot \sqrt[3]{\frac{V_\mu}{N_A}}$ **d.** $d = \sqrt[3]{\frac{V_\mu}{2N_A}}$ **(2p)**

3. O cantitate de gaz ideal se poate destinde pornind de la o anumită stare inițială, până la aceeaşi valoare a volumului final, prin două procese cvasistatice diferite, aşa cum se vede în diagrama alăturată. Între lucrul mecanic efectuat de gaz în procesul $1 \to 2$ (L_{12}) şi lucrul mecanic efectuat de gaz în procesul $1 \to 3$ (L_{13}) există relația:



a. $L_{12} = L_{13}$
b. $L_{12} \leq L_{13}$
c. $L_{12} > L_{13}$
d. $L_{12} < L_{13}$ **(5p)**

4. Constanta universală a gazului ideal are aceeaşi unitate de măsură ca şi:
a. capacitatea calorică
b. căldura molară la volum constant
c. căldura specifică
d. căldura schimbata de o masă oarecare de gaz ideal **(3p)**

5. Într-o transformare izobară energia internă a unui gaz ideal se modifică cu $|\Delta U| = 1500$ J. Ştiind că lucrul mecanic schimbat de gaz cu mediul exterior este $L = -1000$ J, căldura schimbată de gaz este:

a. 2500 J **b.** 500 J **c.** −1000 J **d.** −2500 J **(3p)**

B. SUBIECTUL II – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

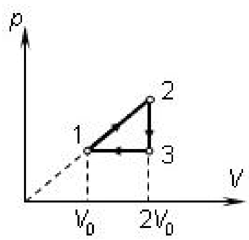
O masă $m = 48$ g de oxigen molecular ($\mu_{O_2} = 32$g/mol), considerat gaz ideal, aflat inițial în starea 1, în care volumul este $V_1 = 8{,}31\ \ell$ şi temperatura $t_1 = -23^0$C, este încălzit la volum constant până la dublarea temperaturii, iar apoi este destins la presiune constantă până când volumul se tripleează. Determinați:
a. numărul de moli de gaz;
b. densitatea gazului în starea 3;
c. temperatura maximă atinsă în cursul transformării;
d. presiunea gazului în starea 3.

Ministerul Educației, Cercetării şi Inovării
Centrul Național pentru Curriculum şi Evaluare în Învățământul Preuniversitar

B. SUBIECTUL III – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

O cantitate $\upsilon = 3$ mol de gaz ideal monoatomic $(C_V = 3R/2)$ parcurge ciclul $1 \to 2 \to 3 \to 1$ reprezentat în coordonate *p-V* în figura alăturată. Temperatura absolută în starea 1 este $T_0 = 300$ K. În transformarea $1 \to 2$, reprezentată printr-un segment dintr-o dreaptă ce trece prin origine, volumul gazului se dublează.



Determinați:
a. energia internă a gazului în starea 3;
b. căldura schimbată de gaz cu exteriorul în transformarea izobară
c. căldura schimbată de gaz cu exteriorul în transformarea $1 \to 2$;
d. lucrul mecanic efectuat de gaz pe un ciclu;

Variantа 52 - termodinamica

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

Se consideră: numărul lui Avogadro $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}\,\text{mol}^{-1}$, constanta gazelor ideale $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$. Între parametri de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația: $p \cdot V = \nu RT$. Exponentul adiabatic este definit prin relația: $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

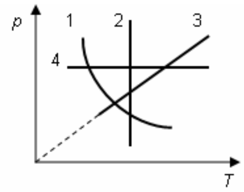
SUBIECTUL I - (15 puncte)

Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului considerat corect.

1. Ştiind că simbolurile mărimilor fizice şi ale unităților de măsură sunt cele utilizate în manualele de fizică, unitatea de măsură a mărimii descrise de relația $\gamma \cdot R/(\gamma - 1)$ este:

a. $\frac{\text{J}}{\text{K}}$ **b.** $\frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ **c.** $\frac{\text{J}}{\text{mol}}$ **d.** $\frac{\text{J}}{\text{kg}}$ **(2p)**

2. În graficul alăturat este reprezentată dependența de temperatură a presiunii unei cantități constante de gaz ideal. Graficul care descrie corect un proces de încălzire la volum constant:



a. 1
b. 2
c. 3
d. 4

(5p)

3. În destinderea adiabatică a gazului ideal:
a. asupra gazului se efectuează lucru mecanic;
b. temperatura gazului scade;
c. volumul gazului rămâne constant;
d. presiunea gazului creşte. **(3p)**

4. O cantitate de gaz ideal efectuează o serie de procese termodinamice în urma cărora energia internă a gazului creşte cu $560\,\text{J}$ şi mediul înconjurător efectuează asupra gazului un lucru mecanic de $320\,\text{J}$. Gazul schimbă cu mediul înconjurător căldura de:

a. $880\,\text{J}$ absorbită **b.** $240\,\text{J}$ cedată **c.** $240\,\text{J}$ absorbită **d.** $880\,\text{J}$ cedată **(2p)**

5. Într-o maşină termică, un mol de gaz ideal monoatomic efectuează următorul proces ciclic: AB – compresie izotermă; BC – destindere izobară; CA – răcire izocoră. În acest proces ciclic:

a. $L_{AB} > 0$ **b.** $Q_{AB} > 0$ **c.** $Q_{BC} < 0$ **d.** $\Delta U_{CA} < 0$ **(3p)**

B. SUBIECTUL II – (15 puncte)

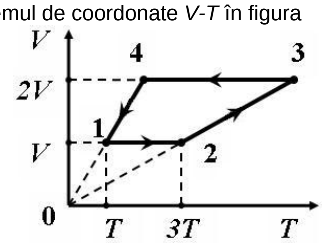
Rezolvați următoarea problemă:

Într-un vas de volum constant $V = 5 \cdot 10^{-3}\,\text{m}^3$ se află un amestec gazos format din: $N_1 = 10^{23}$ molecule de oxigen $(\mu_{O_2} = 32 \cdot 10^{-3}\,\text{kg/mol})$, $N_2 = 4 \cdot 10^{23}$ molecule de azot $(\mu_{N_2} = 28 \cdot 10^{-3}\,\text{kg/mol})$ şi $N_3 = 5 \cdot 10^{23}$ molecule de heliu $(\mu_{He} = 4 \cdot 10^{-3}\,\text{kg/mol})$ la temperatura $T = 400\,\text{K}$. Gazele sunt considerate gaze ideale. Determinați:
a. masa molară a amestecului;
b. presiunea amestecului;
c. densitatea amestecului;
d. temperatura la care presiunea din vas scade cu $f = 20\%$.

B. SUBIECTUL III – (15 puncte)

Rezolvați următoarea problemă:

Un motor termic funcționează după ciclul termodinamic reprezentat în sistemul de coordonate *V-T* în figura alăturată. Motorul termic utilizează ca substanță de lucru un mol de gaz ideal având exponentul adiabatic $\gamma = 7/5$, iar temperatura minimă atinsă de gaz în acest proces termodinamic ciclic este $t = 27^0\text{C}$.



a. Reprezentați grafic ciclul termodinamic în sistemul de coordonate $p - V$.
b. Determinați raportul dintre energia internă maximă şi energia internă minimă a gazului.
c. Calculați lucrul mecanic total schimbat de gaz cu mediul exterior într-un ciclu termodinamic.
d. Calculați căldura absorbită de gaz într-un ciclu termodinamic.

Variant 53 - termodinamica

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

Se consideră: numărul lui Avogadro $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23}\,\text{mol}^{-1}$, constanta gazelor ideale $R = 8{,}31\frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$. Între parametri de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația: $p \cdot V = \nu RT$. Exponentul adiabatic este definit prin relația: $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

SUBIECTUL I - **(15 puncte)**

Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului considerat corect.

1. Următoarea mărime fizică **NU** este mărime fizică fundamentală în S.I.:

a. temperatura absolută
b. masa
c. cantitatea de substanță
d. volumul **(2p)**

2. Într-o incintă se amestecă 10^{23} molecule de heliu ($\mu_{H_2} = 4 \cdot 10^{-3}\,\text{kg/mol}$) cu $4 \cdot 10^{23}$ molecule de O_2 ($\mu_{O_2} = 32 \cdot 10^{-3}\,\text{kg/mol}$). Masa molară a amestecului este:

a. $16{,}4 \cdot 10^{-3}\,\text{kg/mol}$ **b.** $22{,}4 \cdot 10^{-3}\,\text{kg/mol}$ **c.** $26{,}4 \cdot 10^{-3}\,\text{kg/mol}$ **d.** $34{,}4 \cdot 10^{-3}\,\text{kg/mol}$ **(3p)**

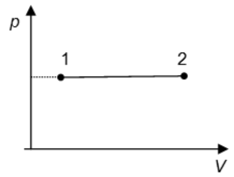
3. Un gaz ideal este comprimat adiabatic. În acest proces lucrul mecanic schimbat de gaz cu exteriorul şi temperaturile corepunzătoare stărilor inițială şi finală ale gazului satisfac relațiile:

a. $L > 0; T_f > T_i$ **b.** $L < 0; T_f > T_i$ **c.** $L > 0; T_f < T_i$ **d.** $L < 0; T_f < T_i$ **(5p)**

4. Prin „motor termic" se înțelege:

a. un sistem termodinamic ce realizează transformarea integrală a energiei termice în energie mecanică;
b. un sistem termodinamic cu funcționare ciclică, ce transformă integral energia termică în energie mecanică;
c. un sistem termodinamic ce realizează transformarea integrală energiei mecanice în energie termică;
d. un sistem termodinamic cu funcționare ciclică, ce realizează transformarea parțială a energiei termice în energie mecanică. **(3p)**

5. Un mol dintr-un gaz ideal efectuează transformarea $1 \to 2$, reprezentată în coordonate *p-V* în graficul alăturat. Pentru încălzirea acestuia cu 10^0C este necesară o cantitate de căldură egală cu 207,75 J. Căldura molară izocoră a gazului este egală cu:



a. $1{,}5R$
b. $1{,}75R$
c. $2R$
d. $2{,}25R$ **(2p)**

B. SUBIECTUL II – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

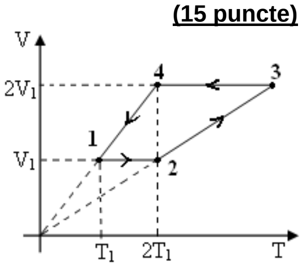
Cunoscând densitatea apei (H_2O) în stare lichidă $\rho = 1\,\text{g/cm}^3$ şi masele molare ale hidrogenului $\mu_{H_2} = 2 \cdot 10^{-3}\,\text{kg/mol}$, respectiv a oxigenului $\mu_{O_2} = 32 \cdot 10^{-3}\,\text{kg/mol}$, determinați:

a. masa unei molecule de apă;
b. volumul care revine, în medie, unei molecule de apă, considerând moleculele de apă dispuse una în contact cu alta;
c. numărul de molecule care se găsesc într-o masă $m = 10\,\text{mg}$ de apă;
d. volumul ocupat de $10\,\text{g}$ vapori de apă considerați gaz ideal la presiunea $p = 1{,}5 \cdot 10^5\,\text{N/m}^2$ şi temperatura $227^0 C$.

B. SUBIECTUL III – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Un mol de gaz ideal parcurge un ciclu termodinamic reprezentat în coordonate *V-T* în figura alăturată. Se consideră cunoscută valoarea temperaturii în starea inițială T_1=300 K şi exponentul adiabatic $\gamma = 5/3$.



a. Reprezentați procesul ciclic în sistemul de coordonate $p - V$.
b. Determinați energia internă a gazului în starea 2 şi în starea 3
c. Calculați lucrul mecanic schimbat de gaz cu mediul exterior în cursul unui ciclu complet.
d. Calculați căldura totală schimbată de gaz cu mediul exterior în cursul unui ciclu complet.

Variant 54 - termodinamica

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

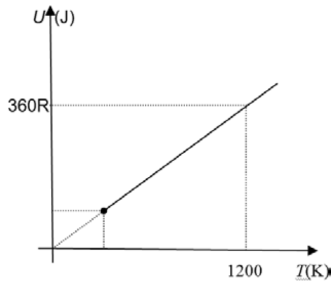
Se consideră: numărul lui Avogadro $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23}\,\text{mol}^{-1}$, constanta gazelor ideale $R = 8{,}31\dfrac{\text{J}}{\text{mol}\cdot\text{K}}$. Între parametri de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația: $p \cdot V = \nu RT$. Exponentul adiabatic este definit prin relația: $\gamma = \dfrac{C_P}{C_V}$

SUBIECTUL I - **(15 puncte)**

Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului considerat corect.

1. Un gaz ideal îşi poate dubla volumul prin patru procese termodinamice diferite, pornind din aceeaşi stare inițială. Lucrul mecanic este mai mare pentru o destindere:
a. izotermă;
b. izobară;
c. adiabatică;
d. este acelaşi în orice destindere. **(2p)**

2. În graficul alăturat este redată dependența energiei interne a unei cantități egale cu 0,2 moli gaz ideal închis într-o incintă etanşă, în funcție de temperatura sa absolută. Valorile energiei interne sunt date ca multiplu al constantei universale a gazelor. Valoarea căldurii molare la presiune constantă a gazului ideal este egală cu:



a. $\frac{3}{2}R$
b. $\frac{7}{5}R$
c. $\frac{5}{2}R$
d. $3R$ **(3p)**

3. Ştiind că simbolurile unităților de măsură sunt cele utilizate în manualele de fizică, unitatea de măsură în S.I. a energiei interne este:
a. K (kelvin) **b.** J (joule) **c.** Pa (pascal) **d.** Kmol **(2p)**

4. Ținând cont că simbolurile mărimilor fizice sunt cele utilizate în manualele de fizică, pentru un proces izoterm al gazului ideal este corectă relația:
a. $\Delta U = 0$ **b.** $L = \nu R\Delta T$ **c.** $Q < L$ **d.** $Q = 0$ **(3p)**

5. Masa unui mol de substanță este numeric egală cu:
a. masa unei molecule din acea substanță, exprimată în grame;
b. unitatea atomică de masă;
c. masa moleculară relativă a substanței date, exprimată în grame;
d. masa atomică a substanței date. **(5p)**

B. SUBIECTUL II – **(15 puncte)**

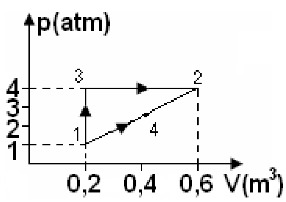
Rezolvați următoarea problemă:

Într-o incintă se află o masă $m = 16\,\text{g}$ de oxigen molecular, considerat gaz ideal, la presiunea $p = 150\,\text{kPa}$ şi temperatura $t = 47°\text{C}$. Se cunoaşte masa molară a oxigenului. Gazul este încălzit la volum constant până la dublarea presiunii. Determinați:
a. numărul de molecule de oxigen din incintă;
b. masa unei molecule de oxigen;
c. densitatea oxigenului în starea inițială;
d. temperatura T_1 a gazului în starea finală.

B. SUBIECTUL III – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

O cantitate dată de gaz ideal poate trece dintr-o stare de echilibru termodinamic 1 într-o altă stare de echilibru termodinamic 2, prin două procese termodinamice distincte (transformările 1-3-2, respectiv 1-4-2), reprezentate în coordonate *p-V* în figura alăturată. Se cunoaşte că $1\ \text{atm} \cong 10^5\ \text{Pa}$ şi $C_V = \frac{5}{2}R$.



a. Reprezentați într-un sistem de coordonate *V-T* procesul 1-3-2
b. Calculați lucrul mecanic efectuat de gaz în transformarea 1-3-2;
c. Calculați variația energiei interne la trecerea din starea 1 în starea 2;
d. Determinați valoarea căldurii primite de gaz în transformarea 1-4-2.

Varianta 55 - termodinamica

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

Se consideră: numărul lui Avogadro $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23} \text{mol}^{-1}$, constanta gazelor ideale $R = 8{,}31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$. Între parametri de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația: $p \cdot V = \nu RT$. Exponentul adiabatic este definit prin relația: $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

SUBIECTUL I - (15 puncte)

Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului considerat corect.

1. Ştiind că simbolurile unităţilor de măsură sunt cele utilizate în manualele de fizică, unitatea de măsură a presiunii în S.I. este:

a. Pa **b.**atm **c.** torr **d.** mm col.Hg **(3p)**

2. Un gaz ideal închis într-un vas cu pereţi rigizi primeşte o cantitate de caldură Q. În timpul încălzirii, mărimea fizică a cărei valoare creşte este:

a. numărul de molecule; **(3p)**
b. densitatea gazului;
c. presiunea;
d. distanța medie dintre molecule.

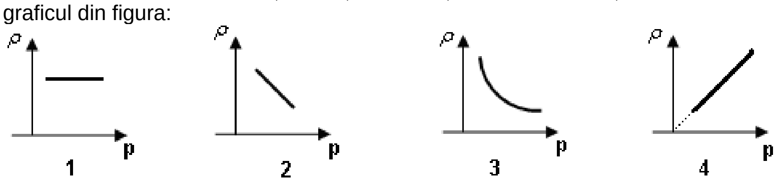
3. La comprimarea adiabatică a unui gaz ideal**,** acesta:

a. se răceşte;
b. efectuează lucru mecanic; **(2p)**
c. se încălzeşte;
d. cedează căldură.

4. Într-o transformare ciclică un gaz ideal efectuează lucrul mecanic L = 20 J şi cedează sursei reci căldura $|Q_2| = 60\,\text{J}$. Raportul dintre lucrul mecanic efectuat şi căldura absorbită de la sursa caldă este:

a. $\frac{1}{4}$ **b.** $\frac{1}{3}$ **c.** $\frac{1}{2}$ **d.** 1 **(5p)**

5. Presiunea unei mase constante de gaz ideal menținut la temperatură constantă este invers proporțională cu volumul. În aceste condiții variația densității gazului în funcție de presiunea sa este corect ilustrată în graficul din figura:



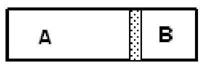
a. 1 **b**. 2 **c**. 3 **d**. 4 **(2p)**

B. SUBIECTUL II – (15 puncte)

Rezolvați următoarea problemă:

Cilindrul orizontal din figura alăturată este împărțit printr-un piston mobil subțire, termoizolant, care se poate mişca fără frecări, în două compartimente A şi B ale căror volume se află în raportul $V_A / V_B = 2$. În starea inițială pistonul este blocat. Compartimentul A, aflat la temperatura $t_A = 127^0\text{C}$, conține o masă de oxigen ($\mu_{O_2} = 32$ g/mol), iar compartimentul B, aflat la temperatura $T_B = 300\,\text{K}$, conține aceeaşi masă de azot ($\mu_{N_2} = 28$ g/mol). Gazele din cele două compartimente se consideră ideale.

a. Determinați masa unei molecule de azot.
b. Determinați valoarea raportului presiunilor gazelor din cele două compartimente.
c. Se aduc cele două compartimente la aceeaşi temperatură, iar apoi se eliberează pistonul. Stabiliți raportul volumelor ocupate de cele două gaze, V'_A / V'_B, pentru poziția de echilibru a pistonului.
d. Se îndepărtează pistonul. Calculați masa molară a amestecului



B. SUBIECTUL III – (15 puncte)

Rezolvați următoarea problemă:

Un motor termic foloseşte ca substanță de lucru o cantitate $\upsilon = 3\,\text{mol}$ gaz diatomic şi funcționează după un ciclu termodinamic care, reprezentat într-o diagramă *p-T* este un dreptunghi cu laturile paralele cu axele. În stare inițială (1) gazul se află la presiunea maximă şi temperatura minimă. Se cunoasc $\frac{T_{\max}}{T_{\min}} = 4$, $\frac{p_{\max}}{p_{\min}} = 2$, $p_{\min} = 1$ atm $(\cong 10^5$ Pa$)$, $T_{\min} = 300\,\text{K}$, $\gamma = 1{,}4$ şi ln2=0,69.

a. Reprezentați transformarea ciclică în coordonate *p-V* .
b. Determinați raportul $\frac{V_{\max}}{V_{\min}}$.
c. Calculați lucrul mecanic schimbat cu mediul exterior în destinderea izobară.
d. Determinați căldura primită de gaz în decursul unui ciclu complet.

Varianta 56 - termodinamica

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

Se consideră: numărul lui Avogadro $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23}\,\text{mol}^{-1}$, constanta gazelor ideale $R = 8{,}31\frac{\text{J}}{\text{mol}\cdot\text{K}}$. Între parametri de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația: $p \cdot V = \nu RT$. Exponentul adiabatic este definit prin relația: $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

SUBIECTUL I - **(15 puncte)**

Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului considerat corect.

1. Simbolurile mărimilor fizice fiind cele utilizate în manualele de fizică, **NU** este corectă relația:

a. $R = C_p - C_V$ **b.** $R = \mu \cdot (c_p - c_V)$ **c.** $c_p = c_V - R/\mu$ **d.** $c_V = (c_p \cdot \mu - R)/\mu$ **(2p)**

2. Un mol de apă poate fi definit ca reprezentând:

a. cantitatea de apă ce conține un număr de atomi egal cu numărul lui Avogadro;

b. cantitatea de apă ce ocupă un volum de $22{,}4\,\text{dm}^3$;

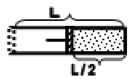
c. cantitatea de apă ce conține tot atâtea molecule câți atomi conține o masă egală cu $12\,\text{g}$ de $^{12}_{6}\text{C}$;

d. cantitatea de apă a cărei masă este egală cu $18\,\text{kg}$. **(2p)**

3. Ştiind că simbolurile mărimilor fizice sunt cele utilizate în manualele de fizică expresia care are aceeaşi unitate de măsură cu cea a energiei interne este:

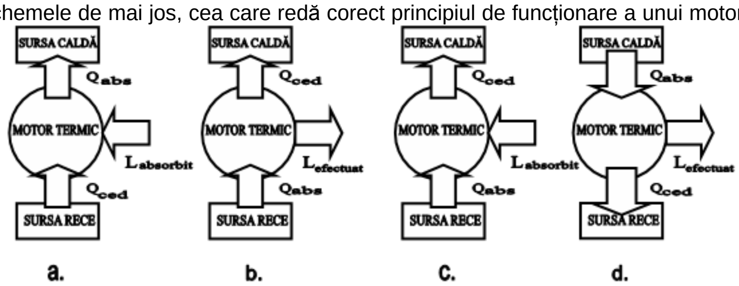
a. $\frac{p \cdot \mu}{T}$ **b.** $\frac{p \cdot V}{T}$ **c.** $\frac{m \cdot R \cdot T}{\mu}$ **d.** $\frac{\upsilon \cdot R}{\mu}$ **(3p)**

4. Pistonul mobil, etanş, care se poate mişca fără frecări, separă în cilindrul orizontal un gaz ideal, având căldura molară izocoră $C_V = 5 \cdot R/2$, de aerul atmosferic, aşa cum se vede în figură. Presiunea atmosferică are valoarea $p_{atm} = 96\,\text{kPa}$, iar volumul întregului cilindru este $V = 2\,\text{dm}^3$. Căldura care trebuie transmisă gazului pentru ca pistonul să se deplaseze lent din poziția inițială până la capătul cilindrului este:



a. $350\,\text{J}$ **b.** $336\,\text{J}$ **c.** $245\,\text{J}$ **d.** $224\,\text{J}$ **(5p)**

5. Dintre schemele de mai jos, cea care redă corect principiul de funcționare a unui motor termic este notată cu litera:



(3p)

B. SUBIECTUL II – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Un cilindru orizontal de lungime $L = 1{,}5\,\text{m}$, închis la ambele capete, este împărțit în două părți egale printr-un piston mobil, termoizolant, de grosime neglijabilă, care se poate deplasa fără frecări. În cele două compartimente se află mase egale de azot ($\mu_1 = 28\,\text{g/mol}$) şi respectiv oxigen ($\mu_2 = 32\,\text{g/mol}$). Gazele din cele două compartimente se consideră ideale. Determinați:

a. masa unei molecule de azot;

b. raportul temperaturilor T_1 şi T_2 ale gazelor din cele două compartimente, dacă pistonul este în echilibru mecanic la mijlocul cilindrului;

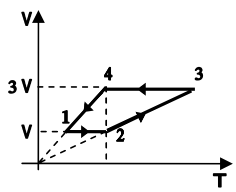
c. distanța pe care se deplasează pistonul şi sensul deplasării lui dacă gazul din al doilea compartiment este adus la temperatura T_1, iar temperatura în primul compartiment rămâne neschimbată;

d. masa molară a amestecului format din cele două gaze, dacă se îndepărtează pistonul.

B. SUBIECTUL III – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

În figura alăturată este reprezentată în coordonate *V-T* transformarea ciclică reversibilă a unei cantități de gaz ideal a cărui căldură molară izocoră este $C_V = 3R/2$. Temperatura gazului este aceeaşi în stările **2** şi respectiv **4**.



a. Identificați transformările din cadrul ciclului specificând parametrul de stare care rămâne constant.

b. Transpuneți ciclul într-un sistem de axe în care pe abscisă se reprezintă volumul, iar pe ordonată se reprezintă presiunea gazului.

c. Determinați temperaturile gazului în stările **2**, **3** şi **4** în funcție de temperatura lui în starea **1**.

d. Determinați lucrul mecanic total *L* schimbat de gaz cu mediul exterior într-un ciclu dacă pe parcursul unui ciclu gazul absoarbe căldura $Q_{abs} = 54\,\text{kJ}$.

Varianta 57 - termodinamica

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

Se consideră: numărul lui Avogadro $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}\,\text{mol}^{-1}$, constanta gazelor ideale $R = 8,31\frac{\text{J}}{\text{mol}\cdot\text{K}}$. Între parametri de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația: $p \cdot V = \nu RT$. Exponentul adiabatic este definit prin relația: $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

SUBIECTUL I - **(15 puncte)**

Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului considerat corect.

1. Masa de substanță având masa molară μ, care conține un număr N de molecule, este:

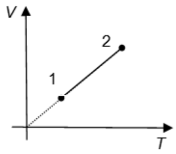
a. $\frac{N_A}{\mu N}$ **b.** $\mu\frac{N}{N_A}$ **c.** $\frac{N}{\mu N_A}$ **d.** $\mu\frac{N_A}{N}$ **(2p)**

2. Ştiind că simbolurile mărimilor fizice şi ale unităților de măsură sunt cele utilizate în manualele de fizică, unitatea de măsură în S.I. a mărimii $\frac{p\mu}{RT}$ este:

a. kg/m^3 **b.** $\text{kg}\cdot\text{m}^3\cdot\text{mol}^{-1}$ **c.** $\text{kg}^2\cdot\text{m}^3\cdot\text{mol}^{-1}$ **d.** $\text{kg}\cdot\text{m}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ **(5p)**

3. Într-un proces termodinamic în care $T = \text{const}$, volumul unui gaz ideal scade cu 75%. Presiunea gazului:

a. scade cu 300% **b.** creşte cu 25% **c.** creşte cu 75% **d.** creşte cu 300% **(3p)**



4. O cantitate dată de gaz ideal efectuează transformarea 1-2 reprezentată în coordonate *V-T* în figura alăturată. Alegeți afirmația adevărată referitoare la gazul ideal:
a. cedează căldură şi primeşte lucru mecanic;
b. primeşte atât căldură cât şi lucru mecanic;
c. primeşte căldură şi cedează lucru mecanic;
d. nu schimbă căldură şi lucru mecanic cu mediul exterior. **(2p)**

5. Variația energiei interne a unui mol de gaz ideal monoatomic $\left(C_V = \frac{3}{2}R\right)$ încălzit izocor cu $\Delta T = 100\,\text{K}$ are valoarea:

a. $623,25\,\text{J}$ **b.** $1246,5\,\text{J}$ **c.** $1869,75\,\text{J}$ **d.** $2077,5\,\text{J}$ **(3p)**

B. SUBIECTUL II – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

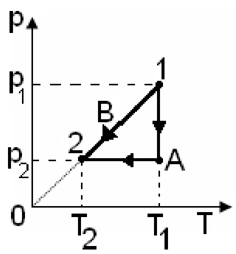
Într-o butelie cu volumul $V = 83,1\ \ell$ se află azot molecular ($\mu = 28\,\text{g/mol}$), considerat gaz ideal, la temperatura de 7^0C, având densitatea $\rho = 24\,\text{kg/m}^3$. Butelia este încălzită până la temperatura $t_2 = 27^0\text{C}$. Pentru a menține presiunea constantă în butelie, se elimină o parte din gaz printr-un robinet. Determinați:

a. presiunea gazului din butelie în starea inițială;
b. masa de gaz aflată în butelie în starea inițială;
c. numărul de molecule de azot rămase în butelie;
d. masa unei molecule de azot.

Ministerul Educației, Cercetării şi Inovării
Centrul Național pentru Curriculum şi Evaluare în Învățământul Preuniversitar

B. SUBIECTUL III – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:



O cantitate $\upsilon = 4\,\text{mol}$ de gaz ideal monoatomic $\left(C_V = \frac{3}{2}R\right)$ evoluează între două stări de echilibru termodinamic 1 şi 2 prin două procese distincte: $1 \to \text{A} \to 2$ şi $1 \to \text{B} \to 2$, reprezentate în coordonate *p-T* în figura alăturată. Se cunosc: $p_1 = 2\,\text{atm}$, $T_1 = 600\,\text{K}$ şi $p_2 = 1\,\text{atm}$ $(1\,\text{atm} \cong 10^5\,\text{Pa})$ şi se consideră $\ln 2 \cong 0,693$.

a. Reprezentați grafic cele două procese în acelaşi sistem de coordonate $p - V$.
b. Calculați lucrul mecanic schimbat de gaz cu mediul exterior în procesul $1 \to \text{A} \to 2$.
c. Determinați variația energiei interne a gazului între cele două stări de echilibru termodinamic 1 şi 2.
d. Calculați căldura schimbată de gaz cu mediul exterior în procesul $1 \to \text{B} \to 2$, precizând dacă este primită sau cedată

Varianta 58 - termodinamica

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

Se consideră: numărul lui Avogadro $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{mol}^{-1}$, constanta gazelor ideale $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$. Între parametri de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația: $p \cdot V = \nu RT$. Exponentul adiabatic este definit prin relația: $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

SUBIECTUL I - **(15 puncte)**

Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului considerat corect.

1. Căldura schimbată de un gaz ideal cu mediul exterior în cursul unei transformări adiabatice este întotdeauna:

a. negativă;
b. nulă;
c. pozitivă;
d. dependentă de variația temperaturii. **(2p)**

2. Variația de temperatură $\Delta T = 27\,\text{K}$, exprimată în grade Celsius, este de:

a. -246^0C **b**. -27^0C **c**. 27^0C **d**. 300^0C **(3p)**

3. Ținând cont că simbolurile unităților de măsură sunt cele utilizate în manualele de fizică, unitatea de măsură a căldurii molare este:

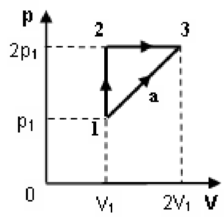
a. $\frac{\text{J}}{\text{mol}}$ **b**. $\frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$ **c**. $\frac{\text{J}}{\text{K}}$ **d**. $\frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ **(5p)**

4. Un corp cu masa m îşi măreşte temperatura cu ΔT. Dacă în acest proces corpul primeşte căldura Q, căldura specifică a substanței din care este alcătuit se exprimă prin relația:

a. $c = \frac{Q \cdot m}{\Delta T}$ **b.** $c = \frac{Q}{m \cdot \Delta T}$ **c.** $c = \frac{\Delta T}{Q \cdot m}$ **d.** $c = \frac{Q \cdot \Delta T}{m}$ **(3p)**

5. Un gaz ideal trece din starea 1 în starea 3 fie direct, pe drumul a, fie prin starea intermediară 2, conform figurii alăturate. Relația dintre lucrurile mecanice schimbate de gaz cu exteriorul este:

a. $L_{1a3} = 1{,}50 L_{123}$
b. $L_{1a3} = 1{,}33 L_{123}$
c. $L_{1a3} = 0{,}75 L_{123}$
d. $L_{1a3} = 0{,}50 L_{123}$ **(2p)**



B. SUBIECTUL II – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

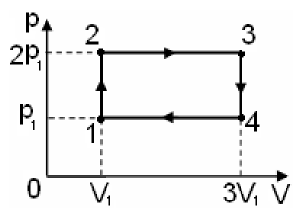
Într-un vas de sticlă de volum $V = 16{,}62\,\ell$, izolat termic de exterior, se află un amestec de gaze format din $m_1 = 3 \cdot 10^{-3}\text{kg}$ de hidrogen molecular ($\mu_{H_2} = 2\,\text{g/mol}$) şi $m_2 = 12 \cdot 10^{-3}\,\text{kg}$ de oxigen molecular ($\mu_{O_2} = 32\,\text{g/mol}$). Temperatura în interiorul balonului este $t = -33\,^0\text{C}$. Determinați:

a. raportul dintre masa unei molecule de hidrogen şi masa unei molecule de oxigen;
b. raportul dintre numărul de moli de hidrogen şi numărul de moli de oxigen;
c. presiunea exercitată de amestecul de gaze asupra pereților vasului;
d. masa molară a amestecului de gaze.

B. SUBIECTUL III – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

O cantitate de gaz ideal monoatomic ($C_V = \frac{3}{2}R$) parcurge procesul ciclic $1 \to 2 \to 3 \to 4 \to 1$ a cărui diagramă este reprezentată în coordonate *p-V* în figura alăturată. În starea inițială presiunea are valoarea $p_1 = 2 \cdot 10^5\ \text{N/m}^2$, iar volumul este $V_1 = 1\ell$.



a. Determinați energia internă a gazului în starea 1.
b. Determinați lucrul mecanic total schimbat de gaz cu mediul exterior la parcurgerea unui ciclu complet.
c. Determinați căldura **cedată** de gaz mediului exterior în timpul parcurgerii unui ciclu complet.
d. Reprezentați grafic, într-un sistem de coordonate *V-T* procesul ciclic.

Varianta 59 - termodinamica

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

Se consideră: numărul lui Avogadro $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23} \text{mol}^{-1}$, constanta gazelor ideale $R = 8{,}31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$. Între parametri de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația: $p \cdot V = \nu RT$. Exponentul adiabatic este definit prin relația: $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

SUBIECTUL I - **(15 puncte)**

Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului considerat corect.

1. Ştiind că simbolurile mărimilor fizice şi ale unităților de măsură sunt cele utilizate în manualele de fizică, unitatea de măsură în S.I. a mărimii fizice exprimate prin $\nu \cdot C_V \cdot T$ este:

a. J **b.** mol **c.** K **d.** kg **(3p)**

2. Simbolurile mărimilor fizice fiind cele obişnuite în manualele de fizică, expresia corectă a principiului I al termodinamicii este:

a. $Q = U - L$ **b.** $Q = \Delta U - L$ **c.** $Q = \Delta U + L$ **d.** $Q = U + L$ **(3p)**

3. Un gaz ideal aflat într-un vas închis etanş cu ajutorul unui piston mobil suferă un proces izoterm în urma căruia presiunea în starea finală este de $10/9$ ori mai mare decât presiunea din starea inițială. Se poate spune că în procesul descris:

a. masa molară creşte de $10/9$ ori;

b. masa molară scade de $10/9$ ori;

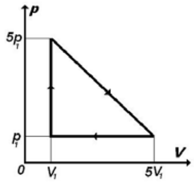
c. volumul creşte de $10/9$ ori;

d. volumul scade de $10/9$ ori. **(5p)**

4. Un sistem termodinamic închis (care nu schimbă substanță cu exteriorul) nu poate schimba căldură cu exteriorul dacă învelişul său este:

a. opac **b.** metalic **c.** adiabatic **d.** rigid **(2p)**

5. Un sistem termodinamic evoluează după procesul ciclic reprezentat în imagine. În unul dintre cele trei procese gazul efectuează lucru mecanic asupra exteriorului. Exprimat în unități $u = p_1 \cdot V_1$, acest lucrul mecanic este egal cu:



a. $24u$

b. $12u$

c. $8u$

d. $5u$ **(2p)**

B. SUBIECTUL II – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Într-un balon cu pereți rigizi, de volum $V = 2\ \ell$, se află $m = 1{,}12$ g azot molecular ($\mu = 28$ g/mol)., considerat gaz ideal, (gaz diatomic) la presiunea $p_1 = 49{,}86$ kPa În urma încălzirii azotului până la temperatura $\theta_2 = 1527^\circ$C gazul ajunge într-o nouă stare de echilibru, în care un sfert din cantitatea de azot a disociat în atomi. Determinați:

a. temperatura gazului în starea inițială;

b. densitatea gazului;

c. numărul de moli în starea finală;

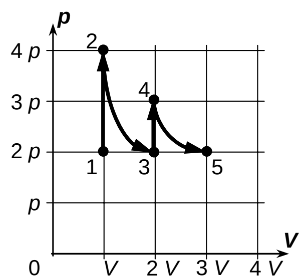
d. presiunea gazului în starea finală.

Ministerul Educației, Cercetării şi Inovării
Centrul Național pentru Curriculum şi Evaluare în Învățământul Preuniversitar

B. SUBIECTUL III – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Într-un corp de pompă se află o cantitate fixată de gaz, presupus ideal; acesta urmează transformarea 12345, în care presiunea p depinde de volumul V aşa cum se arată în graficul alăturat. În transformarea 23 şi în transformarea 45 produsul dintre presiunea şi volumul gazului păstrează o valoare constantă (diferită pentru fiecare). Cunoscând valoarea căldurii schimbate de gaz cu exteriorul în transformarea 12 $Q_{12} = 200$ J,



a. ordonați crescător temperaturile absolute T_1, T_2, T_3, T_4, T_5;

b. calculați căldura Q_{34} schimbată de gaz cu exteriorul în procesul 34;

c. pentru fiecare dintre transformările 12, 23, 34, 45 precizați care dintre mărimile Q, L, ΔU este nulă;

d. precizați dacă lucrul mecanic L_{23} este mai mare, mai mic sau egal cu lucrul mecanic L_{45}. Justificați răspunsul dat.

Varianta 60 - termodinamica

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

Se consideră: numărul lui Avogadro $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23}\,\text{mol}^{-1}$, constanta gazelor ideale $R = 8{,}31\dfrac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$. Între parametri de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația: $p \cdot V = \nu RT$. Exponentul adiabatic este definit prin relația: $\gamma = \dfrac{C_P}{C_V}$

SUBIECTUL I - **(15 puncte)**

Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului considerat corect.

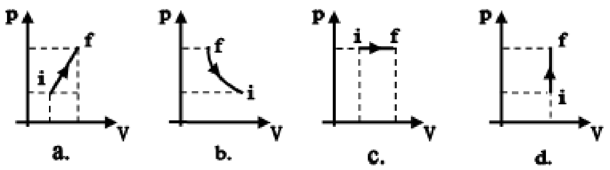
1. Un motor termic primeşte în timpul unui proces ciclic căldura $Q_1 = 500\text{J}$ şi cedează o cantitate de căldură $Q_2 = -300\text{J}$. Lucrul mecanic efectuat de substanța de lucru este:

a. $L = 100\,\text{J}$ **b.** $L = 200\,\text{J}$ **c.** $L = 400\,\text{J}$ **d.** $L = 800\,\text{J}$ **(3p)**

2. Simbolurile mărimilor fizice fiind cele utilizate în manuale, căldura molară izocoră poate fi exprimată în forma:

a. $C_v = \dfrac{R}{\gamma - 1}$ **b.** $C_v = R(1-\gamma)$ **c.** $C_v = \dfrac{1-\gamma}{R}$ **d.** $C_v = C_p + R$ **(3p)**

3. Dintre graficele de mai jos, în care cu ***i*** este notată starea inițială, iar cu ***f*** starea finală, graficul care redă corect procesul de aprindere a combustibilului, la ciclul idealizat al motorului Otto este:



(2p)

4. Un sistem termodinamic primeşte o cantitate de căldură $Q = 121\,\text{J}$ şi cedează lucrul mecanic $L = 71\,\text{J}$. Variația energiei interne în urma acestei transformări termodinamice este:

a. $\Delta U = 25\,\text{J}$ **b.** $\Delta U = 50\,\text{J}$ **c.** $\Delta U = 91\text{J}$ **d.** $\Delta U = 192\,\text{J}$ **(5p)**

5. Ştiind că simbolurile mărimilor fizice şi ale unităților de măsură sunt cele utilizate în manualele de fizică, unitatea de măsură a căldurii molare la presiune constantă, în S.I. este:

a. J/kmol **b.** J/(mol · K) **c.** J/Kg **d.** J/(Kg · K) **(2p)**

B. SUBIECTUL II – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Două recipiente de volume $V_1 = 8{,}31\,\ell$ şi $V_2 = 1{,}662\,\ell$ conțin gaze ideale, având aceeaşi căldură molară la volum constant $C_V = (3/2)R$. Gazul din primul recipient se află la presiunea $p_1 = 10^5\text{N/m}^2$ şi temperatura $t_1 = 227^0\text{C}$, iar cel din al doilea recipient la presiunea $p_2 = 2 \cdot 10^5\text{N/m}^2$ şi temperatura $t_2 = 127^0\text{C}$. Recipientele comunică printr-un tub de volum neglijabil, inițial închis cu un robinet. Determinați:

a. numărul de moli de gaz din fiecare recipient în starea inițială;

b. temperatura finală a amestecului, după deschiderea robinetului şi stabilirea echilibrului termic;

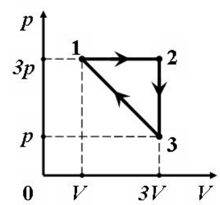
c. presiunea amestecului dacă acesta este menținut în contact cu un termostat a cărui temperatură este T_3=500 K;

d. numărul de molecule din unitatea de volum, după deschiderea robinetului.

Ministerul Educației, Cercetării şi Inovării
Centrul Național pentru Curriculum şi Evaluare în Învățământul Preuniversitar

B. SUBIECTUL III – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:



O cantitate $\upsilon = 2$ mol de gaz ideal monoatomic ($C_V = \dfrac{3}{2}R$) parcurge ciclul termodinamic reprezentat în sistemul de coordonate $p - V$ din figura alăturată. Se consideră cunoscută valoarea temperaturii în starea de echilibru termodinamic (1), $T_1 = 400\,\text{K}$ Determinați:

a. raportul dintre energia internă a gazului în starea de echilibru termodinamic (2) şi energia internă a gazului în starea de echilibru termodinamic (1);

b. căldura molară corespunzătoare transformării $1 \rightarrow 2$;

c. căldura schimbată de gaz cu mediul exterior în transformarea $2 \rightarrow 3$ şi precizați dacă această căldură este absorbită sau cedată de gaz;

d. lucrul mecanic total schimbat de gaz cu mediul exterior în decursul unui ciclu termodinamic.

Varianta 61 - termodinamica

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

Se consideră: numărul lui Avogadro $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23} \text{mol}^{-1}$, constanta gazelor ideale $R = 8{,}31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$. Între parametri de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația: $p \cdot V = \nu RT$. Exponentul adiabatic este definit prin relația: $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

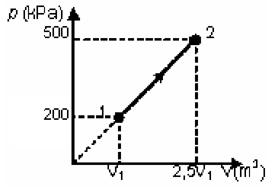
SUBIECTUL I - (15 puncte)

Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului considerat corect.

1. Ştiind că simbolurile mărimilor fizice şi ale unităților de măsură sunt cele utilizate în manualele de fizică, unitatea de măsură a căldurii molare la presiune constantă este:

a. $\frac{\text{J}}{\text{mol}}$ **b.** $\frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ **c.** $\frac{\text{J}}{\text{kg}}$ **d.** $\frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$ **(2p)**

2. O masă $m = 7\text{g}$ de azot ($\mu = 28\text{g/mol}$) este supusă unei transformări generale, reprezentată în graficul alăturat. Lucrul mecanic schimbat de gaz cu mediul exterior pe parcursul transformării este $L = 1050$ J. Temperatura stării finale atinse de gaz are valoarea aproximativă:



a. $T_2 = 625\text{K}$

b. $T_2 = 900\text{K}$

c. $T_2 = 1200\text{K}$

d. $T_2 = 1475\text{K}$ **(3p)**

3. La o temperatură dată o fracțiune k din moleculele unui gaz diatomic au disociat. Raportul dintre numărul de molecule nedisociate şi numărul total de constituenți rezultați în urma acestui proces este:

a. $\frac{1-k}{1+2k}$ **b.** $\frac{k}{1+k}$ **c.** $\frac{1-k}{1+k}$ **d.** $\frac{k}{1+2k}$ **(3p)**

4. Într-un recipient de volum $V = 5\ell$ se află un gaz ideal la presiunea $p = 5 \cdot 10^5\,\text{Pa}$ şi temperatura $t = 27^0\text{C}$. Numărul total de molecule din recipient este de aproximativ:

a. $6{,}04 \cdot 10^{23}$ **b.** $2{,}4 \cdot 10^{24}$ **c.** $4{,}8 \cdot 10^{25}$ **d.** 10^{26} **(2p)**

5. O cantitate $\nu = 2\text{mol}$ de gaz ideal monoatomic $\left(C_V = \frac{3}{2}R\right)$ suferă o transformare în urma căreia se încălzeşte cu 10^0C. Variația energiei interne a gazului are valoarea aproximativă de:

a. 249J **b.** 415J **c.** 498J **d.** 620J **(5p)**

B. SUBIECTUL II – (15 puncte)

Rezolvați următoarea problemă:

O butelie de oțel, având volumul $V = 25\,\ell$ rezistă până la o presiune $p_{max}=10^6$ Pa. În butelie află azot molecular ($\mu_1 = 28\,\text{g/mol}$), considerat gaz ideal, la presiunea $p = 10^5\text{Pa}$ şi la temperatura mediului ambiant $t = 27°\text{C}$. Determinați:

a. numărul de molecule de azot din butelie;

b. valoarea maximă a temperaturii până la care poate fi încălzit azotul din butelie;

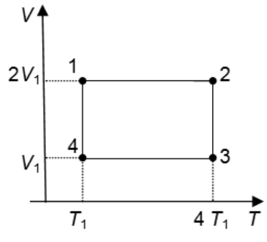
c. masa unei molecule de azot;

d. presiunea azotului din butelie dacă temperatura acestuia scade la $t_1 = -3°\text{C}$ şi din butelie s-a consumat jumătate din masa de gaz.

B. SUBIECTUL III – (15 puncte)

Rezolvați următoarea problemă:

Un sistem termodinamic evoluează după ciclul 12341 reprezentat în coordonate *V-T* ca în figura alăturată. Substanța de lucru este υ=1 mol de gaz ideal monoatomic ($C_V = \frac{3}{2}R$), temperatura stării 1 fiind $T_1 = 300\,\text{K}$. Se cunoaşte $\ln 2 = 0{,}693$.



a. Calculați energia internă a gazului în starea 3;

b. Determinați valoarea căldurii primite de substanța de lucru în timpul unui ciclu;

c. Calculați lucrul mecanic schimbat cu mediul exterior în timpul unui ciclu;

d. Reprezentați grafic ciclul în sistemul de coordonate *p-V*

Varianta 62 - termodinamica

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICA

Se consideră: numărul lui Avogadro $N_A = 6{,}02\cdot 10^{23}\,\text{mol}^{-1}$, constanta gazelor ideale $R = 8{,}31\dfrac{\text{J}}{\text{mol}\cdot\text{K}}$. Între parametri de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația: $p\cdot V = \nu RT$. Exponentul adiabatic este definit prin relația: $\gamma = \dfrac{C_P}{C_V}$

<u>SUBIECTUL I -</u> **<u>(15 puncte)</u>**

Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului considerat corect.

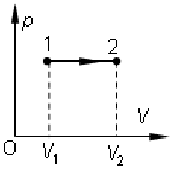
1. Temperatura măsurată într-o cameră frigorifică este $t = -28°\text{C}$. Valoarea temperaturii exprimate în Kelvin este de aproximativ:

a. $T = 235\,\text{K}$ **b.** $T = 245\,\text{K}$ **c.** $T = 255\,\text{K}$ **d.** $T = 265\,\text{K}$ **(3p)**

2. Ținând cont de notațiile utilizate în manualele de fizică, expresia căldurii specifice este:

a. $c = \dfrac{Q}{m\Delta T}$ **b.** $c = \dfrac{m}{Q\Delta T}$ **c.** $c = mQ\Delta T$ **d.** $c = \dfrac{mQ}{\Delta T}$ **(3p)**

3. Un gaz ideal monoatomic $(C_V = 1{,}5\,R)$ efectuează transformarea $1 \to 2$ din figura alăturată. În timpul transformării gazul primeşte căldura $Q = 5\cdot 10^3\,\text{J}$. Variația energiei interne a gazului este:



a. $-5\cdot 10^3\,\text{J}$

b. $-3\cdot 10^3\,\text{J}$

c. $0\,\text{J}$

d. $3\cdot 10^3\,\text{J}$ **(2p)**

4. Ştiind că simbolurile mărimilor fizice sunt cele folosite în manualele de fizică, alegeți expresia care are aceeaşi unitate de măsură ca şi capacitatea calorică:

a. $\dfrac{L}{\Delta T}$;

b. $p\cdot \Delta V$;

c. $\dfrac{Q}{\upsilon\cdot \Delta T}$;

d. $m\cdot R$. **(5p)**

5. Timpul motor al motorului Otto este:

a. aspirația **b.** compresia **c.** aprinderea şi detenta **d.** evacuarea. **(2p)**

<u>B. SUBIECTUL II –</u> **<u>(15 puncte)</u>**

Rezolvați următoarea problemă:

O sondă spațială explorează atmosfera planetei Venus; la nivelul suprafeței planetei, temperatura atmosferei venusiene este t_1 = 467 C şi presiunea p_1 este de 92 de ori mai mare decât presiunea atmosferică normală pe Pământ, p_0. Într-un corp de pompă este recoltată o probă cu volumul V = 20 cm^3 şi presiunea p_1; analiza gazelor conținute în probă (cu comportare pe care o presupunem ideală) arată că aceasta conține, practic, doar dioxid de carbon (CO_2) şi azot (N_2). Cantitatea de CO_2 reprezintă 3,5% din cantitatea existentă în corpul de pompă. Cunoscând masele molare $\mu_C = 12\,\text{g/mol}$, $\mu_{N_2} = 28\,\text{g/mol}$, $\mu_{O_2} = 32\,\text{g/mol}$, şi $p_0 = 10^5\,\text{N/m}^2$ calculați (în unități ale S.I.):

a. masa m_{01} a moleculei de dioxid de carbon;

b. presiunea pe care ar avea-o dioxidul de carbon dacă, la aceeaşi temperatură, ar rămâne singur în butelie;

c. masa molară a amestecului gazos;

d. densitatea atmosferei venusiene la nivelul solului planetei.

<u>B. SUBIECTUL III –</u> **<u>(15 puncte)</u>**

Rezolvați următoarea problemă:

O cantitate $\upsilon = 2\,\text{kmol}$ gaz ideal diatomic $(C_v = \dfrac{5}{2}R)$, aflată în starea inițială 1 caracterizată de parametrii $t_1 = 27°\text{C}$ şi $p_1 = 10^5\,\text{N/m}^2$, este supusă unei transformări ciclice. Transformarea ciclică este alcătuită din succesiunea următoarelor procese: $1 \to 2$ transformare la $V_1 = \text{const.}$, $2 \to 3$ transformare la $p_2 = 2p_1 = \text{const.}$, $3 \to 4$ transformare la $V_2 = 2V_1 = \text{const.}$, $4 \to 1$ transformare la $p_1 = \text{const.}$

a. Reprezentați grafic transformarea ciclică în coordonate $p - V$.

b. Determinați lucrul mecanic efectuat de sistem în timpul unui ciclu complet.

c. Determinați căldura primită de sistem în timpul unui ciclu.

d. Calculați valoarea variației energiei interne în transformarea $1 \to 2 \to 3$ **.**

Variantа 63 - termodinamica

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

Se consideră: numărul lui Avogadro $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23} \text{mol}^{-1}$, constanta gazelor ideale $R = 8{,}31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$. Între parametri de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația: $p \cdot V = \nu RT$. Exponentul adiabatic este definit prin relația: $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

SUBIECTUL I - **(15 puncte)**

Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului considerat corect.

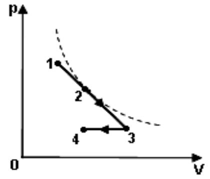
1. Ştiind că simbolurile mărimilor fizice şi ale unităților de măsură sunt cele utilizate în manualele de fizică, unitatea de măsură în S.I. pentru cantitatea de substanță se numeşte:

a. gram **b.** kelvin **c.** mol **d.** calorie **(2p)**

2. Căldura şi energia internă sunt respectiv mărimi fizice de:

a. proces; stare **b.** stare; proces **c.** proces; proces **d.** stare;stare **(3p)**

3. Un gaz ideal suferă o transformare $1 \to 2 \to 3 \to 4$, conform figurii alăturate. Curba reprezentată punctat este o izotermă tangentă la graficul transformării în punctul corepspunzător stării 2 a gazului. Cea mai mare temperatură este atinsă de gaz în starea:



a.1
b.2
c.3
d.4 **(5p)**

4. Dacă într-un proces termodinamic al unui gaz ideal temperatura şi masa rămân constante:

a. gazul nu schimbă căldură cu mediul exterior;
b. lucrul mecanic efectuat de gaz este egal cu variația energiei sale interne;
c. căldura schimbată de gaz cu mediul este egală cu variația energiei sale interne;
d. energia internă a gazului se menține constantă. **(2p)**

5. Două corpuri ale căror călduri specifice satisfac relația $c_2 = 3 \cdot c_1$ sunt puse în contact termic. Masele celor două corpuri sunt în relația $m_2 = \frac{m_1}{3}$, iar între temperaturile lor inițiale există relația $T_2 = 3 \cdot T_1$. Sistemul celor două corpuri fiind izolat adiabatic de mediul exterior, temperatura finală T a sistemului după stabilirea echilibrului termic, se exprimă prin relația:

a. $T = 2{,}5 \cdot T_1$ **b.** $T = 2 \cdot T_1$ **c.** $T = 1{,}5 \cdot T_1$ **d.** $T = T_1$ **(3p)**

B. SUBIECTUL II – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

O cantitate de heliu $(\mu_{He} = 4\,\text{g} \cdot \text{mol}^{-1})$, considerat gaz ideal, se găseşte într-un cilindru izolat adiabatic prevăzut cu un piston mobil care se poate mişca fără frecare. Inițial, volumul ocupat de gaz este $V_1 = 400\ \text{cm}^3$, presiunea este $p_1 = 2$ MPa şi temperatura are valoarea $T_1 = 800\,\text{K}$. Gazul este destins până la un volum final $V_2 = 8V_1$. Între parametrii de stare ai gazului din starea inițială şi parametrii din starea finală existând relația: $p_1 \cdot V_1^{\gamma} = p_2 \cdot V_2^{\gamma}$, unde $\gamma = 5/3$.

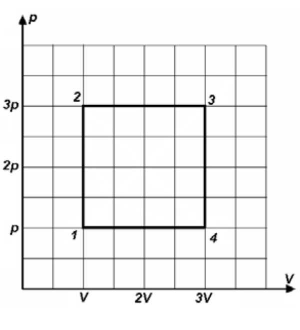
a. Determinați numărul de molecule de heliu din cilindru.
b. Determinați presiunea gazului la finalul destinderii.
c. Determinați temperatura gazului după destindere.
d. Din starea 2 gazul este încălzit, volumul menținându-se constant la valoarea V_2, până în starea 3 în care $p_3 = 8p_2$. Determinați temperatura gazului în starea 3.

Ministerul Educației, Cercetării şi Inovării
Centrul Național pentru Curriculum şi Evaluare în Învățământul Preuniversitar

B. SUBIECTUL III – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Un motor termic având ca substanță de lucru 1 mol de gaz ideal monoatomic, având $C_V = \frac{3}{2}R$, parcurge ciclul termodinamic reprezentat în coordonate *p-V* ca în figură. Se cunosc valorile parametrilor $p = 10^5$ Pa, respectiv $V = 10\,\ell$.



a. Calculați valoarea energiei interne a gazului în starea 1;
b. Calculați lucrul mecanic schimbat de substanța de lucru cu mediul exterior la fiecare parcurgere a procesului ciclic;
c. Determinați valoarea căldurii primite de substanța de lucru la fiecare parcurgere a procesului ciclic;
d. Reprezentați ciclul termodinamic într-un sistem de coordonate *V-T*.

Varianta 64 - termodinamica

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

Se consideră: numărul lui Avogadro $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} mol^{-1}$, constanta gazelor ideale $R = 8,31 \frac{J}{mol \cdot K}$. Între parametri de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația: $p \cdot V = \nu RT$. Exponentul adiabatic este definit prin relația: $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

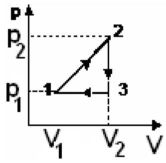
SUBIECTUL I - **(15 puncte)**

Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului considerat corect.

1. Un volum $V = 1 m^3$ de aer aflat inițial la presiunea $p = 10^5 Pa$, este comprimat izoterm până la un volum de $2,7$ ori mai mic decât cel inițial ($2,7$ este baza logaritmului natural). Căldura cedată mediului înconjurător este egală cu:

a. $-100 kJ$ **b.** $-10 kJ$ **c.** $1 kJ$ **d.** $200 kJ$ **(2p)**

2. Un gaz ideal evoluează după un proces ciclic reprezentat în graficul alăturat. Parametrii stărilor 1 şi 2 sunt $p_1 = 10^5 Pa$, $V_1 = 2 \ell$, respectiv $p_2 = 2p_1$ şi $V_2 = 3V_1$. Lucrul mecanic total schimbat de gaz cu mediul exterior pe întregul ciclu este:



a. $100 J$

b. $150 J$

c. $200 J$

d. $400 J$ **(3p)**

3. Un gaz ideal monoatomic $(C_V = 3R/2)$ absoarbe aceeaşi cantitate de căldură în două procese termodinamice distincte, pornind din aceeaşi stare de echilibru termodinamic. Unul dintre procese are loc la presiune constantă, celălalt la volum constant. Prin încălzire la volum constant temperatura gazului creşte de 4 ori. În încălzirea izobară temperatura creşte de:

a. $1,4$ ori **b.** $2,8$ ori **c.** $3,6$ ori **d.** $8,2$ ori **(5p)**

4. În timpul funcționării motorului Otto, compresia amestecului carburant se face într-un proces aproximativ:

a. Adiabatic; **b.** Izocor **c.** Izobar **d.** Izoterm **(2p)**

5. Ținând cont că simbolurile mărimilor fizice sunt cele utilizate în manualele de fizică, mărimea fizică exprimată prin relația $\frac{Q}{\Delta T}$ reprezintă:

a. căldura specifică **b**. energia internă **c.** căldura molară **d.** capacitatea calorică **(3p)**

B. SUBIECTUL II – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Un vas de volum $V_1 = 6 \ell$ conține o cantitate $\upsilon = 2 mol$ de heliu $\left(\mu = 4 \cdot 10^{-3}\ kg/mol\right)$, considerat gaz ideal. Heliul se află la temperatura $T = 300 K$. Acest vas se pune în legătură cu un alt vas, de volum $V_2 = 2 \ell$, inițial vidat. Gazul se răspândeşte în cele două vase. Temperatura finală a gazului în cele două vase este $T = 300 K$. Determinați:

a. numărul de molecule de heliu;

b. densitatea heliului din cele două vase în starea finală;

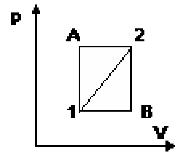
c. numărul de moli de heliu din fiecare vas în starea finală;

d. valoarea raportului presiunilor din cele două vase dacă se suprimă legătura între ele, iar temperatura vasului mare devine $t_1 = 7^0 C$, iar temperatura vasului mic devine $t_2 = 47^0 C$.

B. SUBIECTUL III – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

O cantitate de azot $(C_V = 5R/2)$ se găseşte într-o stare de echilibru termodinamic inițială 1 caracterizată prin parametrii: $p_1 = 2 \cdot 10^5 Pa$, $V_1 = 2 \ell$ şi poate ajunge în starea finală 2 caracterizată de parametrii $p_2 = 3p_1$, $V_2 = 2V_1$ prin trei procese distincte, ca în figura alăturată: procesul $1 \rightarrow 2$ reprezentat în coordonate p-V printr-o dreaptă; procesul $1 \rightarrow A \rightarrow 2$ format din: procesul izocor $1 \rightarrow A$ $(V = const.)$ urmat de procesul izobar $A \rightarrow 2$ $(p = const.)$ şi procesul $1 \rightarrow B \rightarrow 2$ format din procesul izobar $1 \rightarrow B$ urmat de procesul izocor $B \rightarrow 2$. Determinați:



a. lucrul mecanic efectuat de azot în procesul $1 \rightarrow 2$;

b. variația energiei interne a azotului în procesul $1 \rightarrow A \rightarrow 2$;

c. căldura schimbată de gaz cu exteriorul în procesul $1 \rightarrow B \rightarrow 2$;

d. raportul $\frac{|L_{1A21}|}{|L_{1B21}|}$ dintre lucrul mecanic total schimbat de gaz cu mediul exterior în timpul parcurgerii ciclului $1A21$ şi modulul lucrului mecanic total schimbat de gaz cu mediul exterior în timpul parcurgerii ciclului $1B21$.

Variant 65 - termodinamica

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

Se consideră: numărul lui Avogadro $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23}\,\text{mol}^{-1}$, constanta gazelor ideale $R = 8{,}31\frac{\text{J}}{\text{mol}\cdot\text{K}}$. Între parametri de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația: $p \cdot V = \nu RT$. Exponentul adiabatic este definit prin relația: $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

SUBIECTUL I - **(15 puncte)**

Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului considerat corect.

1. Ştiind că simbolurile mărimilor fizice şi ale unităților de măsură sunt cele utilizate în manualele de fizică, unitatea de măsură a mărimii descrise de relația $Q / m \cdot \Delta T$ este:

a. $\frac{\text{N}\cdot\text{m}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$ **b.** $\frac{\text{N}\cdot\text{m}^2}{\text{m}\cdot\text{K}}$ **c.** $\frac{\text{J}}{\text{m}\cdot\text{K}}$ **d.** $\frac{\text{N}\cdot\text{m}}{\text{mol}\cdot\text{K}}$ **(2p)**

2. Se consideră un amestec format din $3\cdot10^{23}$ molecule de heliu $\left(\mu_{He} = 4\cdot10^{-3}\,\text{kg/mol}\right)$ şi $5\cdot10^{23}$ molecule de neon $\left(\mu_{Ne} = 20\cdot10^{-3}\,\text{kg/mol}\right)$. Masa molară a amestecului este egală cu:

a. $12\cdot10^{-3}\text{kg/mol}$ **b.** $14\cdot10^{-3}\text{kg/mol}$ **c.** $22\cdot10^{-3}\text{kg/mol}$ **d.** $24\cdot10^{-3}\text{kg/mol}$ **(5p)**

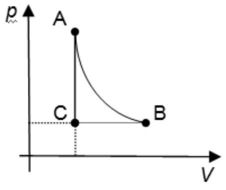
3. Căldura specifică la volum constant, c_V, a unui gaz ideal cu masa molară $30\,\text{kg/kmol}$ şi exponentul adiabatic $1{,}4$, are valoarea:

a. $662{,}8\,\text{J/(Kg}\cdot\text{K)}$ **b.** $692{,}5\,\text{J/(Kg}\cdot\text{K)}$ **c.** $702{,}8\,\text{J/(Kg}\cdot\text{K)}$ **d.** $732{,}8\,\text{J/(Kg}\cdot\text{K)}$ **(3p)**

4. Un motor termic funcționează după un ciclu Diesel. Substanța de lucru efectuează lucru mecanic în timpul:

a. admisiei **b.** compresiei **c.** detentei **d.** evacuării **(2p)**

5. Într-un motor termic, un mol de gaz ideal efectuează procesul ciclic ABCA reprezentat în figura alăturată. Dacă în acest proces ciclic se cunosc volumul în starea A, $V_A = 1{,}662\,\ell$ şi presiunea în starea B, $p_B = 4\cdot10^5\,\text{Pa}$, temperatura gazului în starea C este:



a. $T_C = 80\,\text{K}$

b. $T_C = 90\,\text{K}$

c. $T_C = 100\,\text{K}$

d. $T_C = 120\,\text{K}$ **(3p)**

B. SUBIECTUL II – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

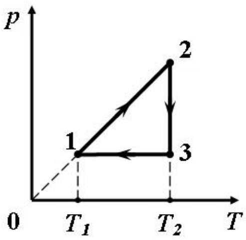
Două vase cu volumele $V_1 = 1{,}662\,\text{dm}^3$ şi respectiv $V_2 = 3{,}324\,\text{dm}^3$ comunică printr-un tub de volum neglijabil prevăzut cu un robinet inițial închis. În primul vas se află molecule de oxigen $\left(\mu_{O_2} = 32\cdot10^{-3}\,\text{kg/mol}\right)$ la presiunea $p_1 = 3$ atm şi temperatura $t = 27^0\text{C}$, iar al doilea vas conține molecule de azot $\left(\mu_{N_2} = 28\cdot10^{-3}\,\text{kg/mol}\right)$ la presiunea $p_2 = 2{,}4\,\text{atm}$ şi la aceeaşi temperatură $t = 27^0\text{C}$. După deschiderea robinetului vasele comunică între ele şi rămân în continuare termostatate la temperatura inițială. Amestecul obținut se comportă ca un gaz ideal. Se consideră $1\,\text{atm} \cong 10^5\,\text{Pa}$. Determinați:

a. raportul dintre numărul de moli de gaz din cele două vase înainte de deschiderea robinetului;
b. raportul densităților celor două gaze înainte de deschiderea robinetului;
c. masa molară a amestecului de gaze obținut;
d. presiunea finală după deschiderea robinetului.

B. SUBIECTUL III – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

O maşină termică ce foloseşte ca fluid de lucru un gaz considerat ideal funcționează după ciclul din figura alăturată. Procesul $1 \to 2$ este reprezentat, în coordonatele *p-T,* printr-o dreaptă care trece prin origine. Lucrul mecanic total schimbat de gaz într-un ciclu este $L = 100$ J şi raportul temperaturilor $\frac{T_2}{T_1} = 2{,}718\ (\cong e)$. Se cunosc: masa molară a gazului $\mu = 2\,\text{g/mol}$ şi exponentul adiabatic $\gamma = 7/5$.



a. Reprezentați procesul ciclic în coordonate $p - V$.

b. Determinați căldura specifică corespunzătoare transformării $1 \to 2$.

c. Calculați căldura cedată într-un ciclu.

d. Calculați căldura absorbită de gaz într-un ciclu.

Variant 66 - termodinamica

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

Se consideră: numărul lui Avogadro $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23}\,\text{mol}^{-1}$, constanta gazelor ideale $R = 8{,}31\dfrac{\text{J}}{\text{mol}\cdot\text{K}}$. Între parametri de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația: $p \cdot V = \nu RT$. Exponentul adiabatic este definit prin relația: $\gamma = \dfrac{C_P}{C_V}$

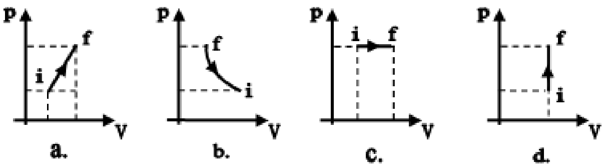
SUBIECTUL I - **(15 puncte)**

Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului considerat corect.

1. Ştiind că simbolurile mărimilor fizice şi ale unităților de măsură sunt cele folosite în manualele de fizică, unitatea de măsură în S.I. a mărimii fizice descrisă prin relația $\dfrac{Q}{\nu\Delta T}$ este:

a. $\dfrac{\text{J}}{\text{mol}\cdot\text{K}}$ **b.** $\dfrac{\text{J}}{\text{mol}}$ **c.** $\dfrac{\text{J}}{\text{K}}$ **d.** $\dfrac{\text{J}}{\text{mol}\cdot{}^0\text{C}}$ **(2p)**

2. Care dintre graficele de mai jos, în care cu ***i*** este notată starea inițială iar cu ***f*** starea finală, redă corect o încălzire izobară:



(3p)

3. Dacă presiunea unei mase de gaz ideal se reduce la o treime din valoarea presiunii inițiale, temperatura menținându-se constantă atunci volumul său variază cu:

a. 33% **b.** 100% **c.** 200% **d.** 300% **(3p)**

4. O cantitate constantă de gaz ideal este încălzită de la T_1 la T_2 volumul menținându-se constant. Relația corectă dintre parametrii stării 1 şi cei ai stării 2 este:

a. $\dfrac{p_1}{V_1} = \dfrac{p_2}{V_2}$ **b.** $p_1V_1 = p_2V_2$ **c.** $\dfrac{p_1}{T_1} = \dfrac{p_2}{T_2}$ **d.** $p_1T_1 = p_2T_2$ **(2p)**

5. O cantitate constantă de gaz ideal cedează lucru mecanic mediului exterior într-o:

a.destindere izotermă **b.**încălzire adiabatică **c.**răcire izocoră **d.**încălzire izobară **(5p)**

B. SUBIECTUL II – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

O cantitate dată de dioxid de carbon (CO_2; $\mu_{CO_2} = 44\,\text{g/mol}$) se află inițial în starea 1. Parametrii de stare ai gazului în starea **1** sunt $V_1 = 1\,\text{dm}^3$, $p_1 = 10^5\,\text{Pa}$, $t_1 = 27^0\text{C}$. În urma destinderii gazului la temperatura t_1 până într-o stare **2**, presiunea gazului scade de 10 ori.

a. Calculați cantitatea de gaz.

b.Determinați volumul ocupat de gaz în starea **2**.

c. Determinați temperatura gazului într-o starea 3 în care $V_3 = 3\,\text{dm}^3$, iar $p_3 = p_1$.

d. Calculați densitatea gazului în starea 3.

Ministerul Educației, Cercetării şi Inovării
Centrul Național pentru Curriculum şi Evaluare în Învățământul Preuniversitar

B. SUBIECTUL III – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

O cantitate de gaz ideal diatomic $(C_V = 5R/2)$ este închisă într-un cilindru cu piston aşezat orizontal. Pistonul este lăsat liber şi se poate deplasa etanş, fără frecări. Volumul ocupat de gaz este $V = 4\,\text{dm}^3$. Presiunea atmosferică are valoarea $p_0 = 100\,\text{kPa}$. Determinați:

a. căldura specifică izobară a gazului dacă masa molară a gazului $\mu = 32\,\text{g/mol}$;

b. lucrul mecanic efectuat asupra gazului dacă acesta este răcit astfel încât pistonul lăsat liber se deplasează lent până când volumul scade cu 25% din valoarea avută inițial;

c. variația energiei interne a gazului în condițiile punctului **b.**;

d. căldura schimbată de gaz cu mediul exterior în acest proces.

Varianta 67 - termodinamica

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

Se consideră: numărul lui Avogadro $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23}\,\text{mol}^{-1}$, constanta gazelor ideale $R = 8{,}31\frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$. Între parametri de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relaţia: $p \cdot V = \nu RT$. Exponentul adiabatic este definit prin relaţia: $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

SUBIECTUL I - (15 puncte)

Pentru itemii 1-5 scrieţi pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului considerat corect.

1. Energia internă a unui gaz ideal rămâne constantă într-o transformare:

a. izotermă **b.** izobară **c.** izocoră **d.** adiabatică **(2p)**

2. Numărul lui Avogadro N_A reprezintă:

a. numărul de entităţi elementare (atomi sau molecule) dintr-un mol de substanţă
b. numărul de atomi sau molecule de gaz care ocupă în orice condiţii un volum egal cu $22{,}4\,\ell$
c. numărul de atomi dintr-o cantitate de substanţă aflată în condiţii normale de presiune şi temperatură
d. numărul de molecule dintr-o cantitate de gaz aflată în condiţii normale de presiune şi temperatură **(3p)**

3. Un gaz ideal monoatomic $C_V = \frac{3}{2}R$ este încălzit la presiune constantă. Fracţiunea din căldura absorbită care contribuie la creşterea energiei interne este egală cu:

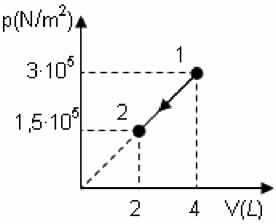
a. 100% **b.** 80% **c.** 60% **d.** 40% **(3p)**

4. În condiţii normale de temperatură şi presiune, ($t = 0^0\text{C}$ şi $p \cong 10^5\,\text{N/m}^2$), densitatea unui gaz ideal este egală cu $1{,}3\,\text{g}/\ell$ iar exponentul adiabatic are valoarea $1{,}4$. Cădura specifică la volum constant este aproximativ egală cu:

a. $401\,\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ **b.** $502\,\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ **c.** $603\,\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ **d.** $704\,\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ **(2p)**

5. Un mol de gaz ideal, este supus unei transformări reprezentate grafic în figura alăturată. Lucrul mecanic schimbat de gaz cu mediul exterior este egal cu:

a. –900 J
b. –450 J
c. 900 J
d. 450 J **(5p)**



B. SUBIECTUL II – (15 puncte)

Rezolvaţi următoarea problemă:

Într-un recipient de volum constant $V = 8\,\ell$ se află oxigen, ($\mu = 32\,\text{g/mol}$), considerat gaz ideal, la temperatura $t = 15^0\text{C}$ şi presiunea $p = 10^6\,\text{Pa}$. Determinaţi:

a. masa de oxigen aflată în recipient;
b. numărul de molecule de oxigen din unitatea de volum
c. cantitatea de substanţă ce trebuie scoasă din recipient pentru ca presiunea să scadă de cinci ori, temperatura rămânând constantă;
d. masa molară a unui amestec format din $3{,}375$ moli de oxigen şi $4{,}125$ moli de hidrogen ($\mu_{H_2} = 2 \cdot 10^{-3}$ kg/mol).

B. SUBIECTUL III – (15 puncte)

Rezolvaţi următoarea problemă:

O cantitate $\upsilon = 2\,\text{mol}$ heliu ($C_V = \frac{3}{2}R$) ocupă iniţial un volum V_1 la temperatura de 27^0C. Heliul se destinde, întâi la presiune constantă, până ce volumul se dublează, apoi izoterm până când revine la presiunea iniţială. Se cunoaşte ln2=0,693.

a. Reprezentaţi diagrama proceselor descrise în coordonate $p - V$.
b. Calcula□i căldura furnizată gazului în procesele descrise.
c. Determinaţi variaţia energiei interne a gazului în destinderea izobară.
d. Calculaţi lucrul mecanic total schimbat de heliu cu mediul exterior.

Varianta 68 - termodinamica

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

Se consideră: numărul lui Avogadro $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23}\,\text{mol}^{-1}$, constanta gazelor ideale $R = 8{,}31\frac{\text{J}}{\text{mol}\cdot\text{K}}$. Între parametri de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația: $p \cdot V = \nu RT$. Exponentul adiabatic este definit prin relația: $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

SUBIECTUL I - **(15 puncte)**

Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului considerat corect.

1. Simbolurile mărimilor fizice şi ale unităților de măsură fiind cele folosite în manualele de fizică, unitatea de măsură în S.I. a mărimii fizice date de expresia $\frac{\mu \cdot U}{(C_p - C_V) \cdot T}$, este:

a. mol **b.** kg/mol **c.** kg **d.** $\text{J}/(\text{kg}\cdot\text{mol}\cdot\text{K})$ **(3p)**

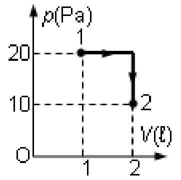
2. Ciclul idealizat de funcționare al motorului Otto este alcătuit din următoarele transformări:
a. două adiabate şi două izocore;
b. două adiabate şi două izobare;
c. două izoterme şi două izocore;
d. două izoterme şi două izobare. **(2p)**

3. Un amestec conține $N_1 = 1{,}204 \cdot 10^{23}$ molecule de azot şi $N_2 = 9{,}636 \cdot 10^{23}$ atomi de heliu. Cantitatea de substanță din amestec este egală cu:

a. 1,2 moli **b.** 1,8 moli **c.** 2 moli **d.** 2,1 moli **(3p)**

4. Într-o comprimare adiabatică:
a. temperatura gazului scade;
b. gazul cedează căldură;
c. energia internă rămâne constantă;
d. sistemul primeşte lucru mecanic. **(2p)**

5. Un mol de gaz ideal monoatomic ($C_V = \frac{3R}{2}$) este supus procesului termodinamic redat în figura alăturată. Căldura schimbată de gaz cu mediul înconjurător pe parcursul procesului $1 \to 2$ are valoarea:



a. 20 mJ
b. 30 mJ
c. 50 mJ
d. 80 mJ **(5p)**

B. SUBIECTUL II – **(15 puncte)**

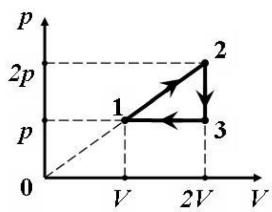
Rezolvați următoarea problemă:

O cantitate dată de gaz ideal se află într-o stare de echilibru termodinamic caracterizată de parametrii: $p_1 = 2 \cdot 10^5$ Pa, $V_1 = 16{,}62\,\ell$, $t_1 = 27^0\text{C}$. Gazul efectuează un proces termodinamic 1-2 în care masa gazului nu se modifică, iar presiunea variază direct proporțional cu volumul ($p = aV$). Ştiind că presiunea în starea 2 este de două ori mai mare decât cea din starea 1, determinați:
a. cantitatea de gaz;
b. numărul de molecule din unitatea de volum în starea (1);
c. volumul gazului în starea 2;
d. temperatura absolută în starea de echilibru termodinamic (2).

B. SUBIECTUL III – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Un mol de gaz ideal monoatomic având exponentul adiabatic $\gamma = 5/3$, parcurge ciclul termodinamic reprezentat în coordonate *p-V* în figura alăturată. Cunoscând temperatura gazului în starea de echilibru termodinamic (1), $T_1 = 300\text{K}$, determinați:



a. energia internă a gazului în starea de echilibru termodinamic (3);
b. căldura molară în transformarea $1 \to 2$;
c. căldura cedată de gaz mediului exterior într-un ciclu termodinamic;
d. raportul dintre lucrul mecanic total schimbat de gaz cu mediul exterior într-un ciclu termodinamic şi căldura absorbită de gaz într-un ciclu termodinamic.

Varianta 69 - termodinamica

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

Se consideră: numărul lui Avogadro $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23} mol^{-1}$, constanta gazelor ideale $R = 8{,}31 \frac{J}{mol \cdot K}$. Între parametri de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația: $p \cdot V = \nu RT$. Exponentul adiabatic este definit prin relația: $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

SUBIECTUL I - **(15 puncte)**

Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului considerat corect.

1. Utilizând notațiile din manualele de fizică, unitatea de măsură în S.I. pentru mărimea fizică definită prin relația $\frac{Q}{\upsilon \cdot \mu \cdot \Delta T}$ este:

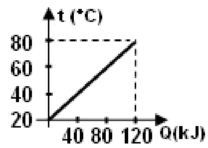
a. J **b.** J/K **c.** $J/(kg \cdot K)$ **d.** $J/(mol \cdot K)$ **(5p)**

2. O incintă este împărțită în două compartimente A şi B de volume egale, printr-un piston uşor, fixat. În fiecare din cele două compartimente se află ν moli de gaz ideal iar $p_A = 2p_B$. În aceste condiții:

a. $T_A = 2T_B$; **b.** $T_B = 2T_A$; **c.** $T_A = 4T_B$; **d.** $T_B = 4T_A$ **(3p)**

3. Mărimea fizică numeric egală cu cantitatea de căldură necesară pentru a creşte (micşora) temperatura unui mol de substanță cu un kelvin este: **(3p)**

a. capacitatea calorică
b. căldura specifică
c. căldura molară
d. căldura



4. În graficul din figura alăturată este reprezentată variația temperaturii unui corp cu masa de 1 kg în funcție de cantitatea de caldură primită. Căldura specifică a corpului este egală cu:

a. $500\, J/(kg \cdot K)$ **b.** $500\, kJ/(kg \cdot K)$ **c.** $2 J/(kg \cdot K)$ **d.** $2\, J/(g \cdot K)$ **(2p)**

5. Într-un vas se află $N_1 = 12 \cdot 10^{23}$ molecule de azot cu masa molară $\mu_1 = 28$ g/mol şi N_2 molecule de oxigen cu masa molară $\mu_2 = 32$ g/mol. Dacă masa molară medie a amestecului este $\mu = 29$ g/mol, numărul de molecule de oxigen din amestec are valoarea:

a. $N_2 = 4 \cdot 10^{23}$ **b.** $N_2 = 8 \cdot 10^{23}$ **c.** $N_2 = 16 \cdot 10^{23}$ **d.** $N_2 = 32 \cdot 10^{23}$ **(2p)**

B. SUBIECTUL II – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

O masă *m*=2,8 kg de azot molecular ($\mu = 28 \frac{g}{mol}$) se află în starea 1 în care presiunea are valoarea $p_1 = 10^5$ N/m^2, iar temperatura este $t_1 = 27^0$C. Gazul este încălzit la presiune constantă până volumul devine $V_2 = 2V_1$. Din starea **2** este răcit la volum constant până atinge, din nou, temperatura inițială. Determinați:

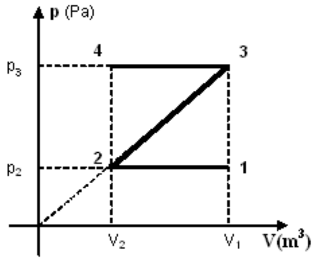
a. numărul de molecule de azot;
b. masa unei molecule de azot;
c. temperatura azotului în starea **2**;
d. presiunea gazului în starea **3.**

Ministerul Educației, Cercetării şi Inovării
Centrul Național pentru Curriculum şi Evaluare în Învățământul Preuniversitar

B. SUBIECTUL III – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

O cantitate dată de gaz ideal monoatomic ($C_V = \frac{3}{2}R$) este supusă procesului termodinamic $1 \to 2 \to 3 \to 4$, reprezentat în coordonate *p-V* în figura alăturată. Se cunosc: $V_1 = 1\,\ell$, $p_2 = 10^5$ Pa, $V_2 = V_1/2$, şi căldura molară în transformarea $2 \to 3$, $C_{23} = 2R$. Determinați:



a. raportul temperaturilor T_1/T_2
b. raportul U_3/U_1;
c. raportul $Q_{23}/\Delta U_{23}$;
d. raportul L_{12}/L_{34}.

Varianta 70 - termodinamica

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

Se consideră: numărul lui Avogadro $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23}\,\text{mol}^{-1}$, constanta gazelor ideale $R = 8{,}31\dfrac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$. Între parametri de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația: $p \cdot V = \nu RT$. Exponentul adiabatic este definit prin relația: $\gamma = \dfrac{C_P}{C_V}$

SUBIECTUL I - **(15 puncte)**

Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului considerat corect.

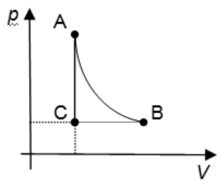
1. Dintre mărimile fizice de mai jos, mărime fizică de stare este:
a. căldura absorbită **b.** căldura cedată **c.** lucrul mecanic **d.** energie internă **(2p)**

2. Simbolurile mărimilor fizice fiind cele utilizate în manualele de fizică, expresia de mai jos care are aceeaşi unitate de măsură cu cea a capacității calorice este:
a. pV **b**. $Q/\Delta T$ **c**. νRT **d.** $Q/m\Delta T$ **(3p)**

3. Energia internă a unei cantități constante de gaz ideal este o funcție de:
a. presiune **b.** densitate **c.** temperatură **d.** volum **(5p)**

4. Lucrul mecanic efectuat de un sistem termodinamic într-un proces în care temperatura se menține constantă are valoarea de 20 J. Variația energiei interne a sistemului în acest proces este:
a. 20 J **b**. 10 J **c**. 0 J **d.** -20 J **(3p)**

5. Referindu-ne la procesul ciclic reprezentat în figura alăturată, putem afirma că sistemul termodinamic cedează lucru mecanic mediului exterior în:
a. procesul A-B;
b. procesul B-C;
c. procesul C-A;
d. toate procesele. **(2p)**



B. SUBIECTUL II – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Oxigenul, considerat gaz ideal, necesar unei operații de sudare se preia dintr-o butelie de volum $V = 60\,\text{dm}^3$. Inițial presiunea oxigenului din butelie este $p_1 = 6 \cdot 10^5\,\text{N/m}^2$, iar temperatura este $t = 27^0\text{C}$. În urma efectuării operației de sudură, presiunea gazului din butelie scade la $p_2 = 2 \cdot 10^5\,\text{N/m}^2$. Masa molară a oxigenului este $\mu = 32\,\text{kg/kmol}$. Determinați:

a. masa unei molecule de oxigen;
b. densitatea oxigenului din butelie în starea inițială;
c. masa de oxigen consumată, ştiind că temperatura gazului din butelie rămâne constantă în timpul operației de sudură;
d. presiunea care se stabileşte în butelie, după efectuarea operației de sudură, dacă aceasta este depozitată la temperatura $t' = 0^0\text{C}$.

B. SUBIECTUL III – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

O cantitate dată de gaz ideal, având căldura molară la volum constant $C_V = \dfrac{3R}{2}$, ocupă volumul $V_1 = 0{,}2\,\text{m}^3$ la presiunea $p_1 = 5 \cdot 10^5\,\text{N/m}^2$ şi temperatura $t_1 = 27^0\text{C}$. Gazul efectuează un proces care verifică ecuația $p = a \cdot V$, unde a reprezintă o constantă, ocupând în starea finală un volum de două ori mai mare. Să se determine:

a. temperatura gazului în starea finală;
b. variația energiei interne a gazului la trecerea din starea inițială în starea finală;
c. lucrul mecanic efectuat de gaz în cursul procesului;
d. căldura molară a gazului în acest proces.

Varianta 71 - termodinamica

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

Se consideră: numărul lui Avogadro $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23}\,\text{mol}^{-1}$, constanta gazelor ideale $R = 8{,}31\dfrac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$. Între parametri de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relaţia: $p \cdot V = \nu RT$. Exponentul adiabatic este definit prin relaţia: $\gamma = \dfrac{C_P}{C_V}$

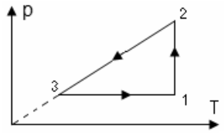
SUBIECTUL I - **(15 puncte)**

Pentru itemii 1-5 scrieţi pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului considerat corect.

1. O cantitate constantă de gaz ideal este menţinută la volum constant. Gazul efectuează o transformare în urma căreia presiunea scade. În această transformare gazul:
a. primeşte lucru mecanic şi cedează căldură;
b. primeşte căldură şi cedează lucru mecanic;
c. primeşte căldură şi îşi măreşte energia internă;
d. cedează căldură şi îşi micşorează energia internă. **(5p)**

2. Ştiind că simbolurile unităţilor de măsură sunt cele utilizate în manualele de fizică, unitatea de măsură în S.I. pentru căldura specifică a unui gaz ideal este:
a. $\dfrac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ **b.** $\dfrac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$ **c.** $\dfrac{\text{J}}{\text{K}}$ **d.** $\dfrac{\text{J}}{\text{mol}}$ **(2p)**

3. Referindu-ne la procesul ciclic reprezentat în figura alăturată, putem afirma că sistemul termodinamic efectuează lucru mecanic asupra mediului exterior în:



a. procesul 1-2;
b. procesul 2-3;
c. procesul 3-1;
d. toate procesele. **(2p)**

4. Energia internă a unei mase de gaz:
a. creşte într-o destindere adiabatică;
b. scade dacă gazul primeşte izocor căldură;
c. este nulă într-o transformare ciclică;
d. este constantă într-o transformare izotermă; **(3p)**

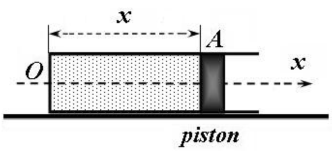
5. O cantitate oarecare dintr-un gaz ideal efectuează o transformare generală din starea iniţială 1 în starea finală 2. Ştiind că presiunea gazului s-a dublat, iar temperatura s-a redus la jumătate, atunci volumul gazului în starea finală:
a. a scăzut de 4 ori;
b. a scăzut de 2 ori;
c. a crescut de 2 ori;
d. a crescut de 4 ori. **(3p)**

B. SUBIECTUL II – **(15 puncte)**

Rezolvaţi următoarea problemă:

O cantitate de gaz ideal este închisă etanş într-un cilindru, prevăzut cu un piston de masă neglijabilă şi secţiune $S = 166{,}2\ \text{cm}^2$, ce se poate deplasa fără frecare, ca în figura alăturată. Prin modificarea temperaturii gazului din cilindru, pistonul se deplasează lent. Poziţia pistonului este determinată de coordonata x, iar presiunea atmosferică este $p_0 = 1\ \text{atm}\ \left(1\text{atm} = 10^5\ \text{N/m}^2\right)$.

a. Determinaţi presiunea p_1 a gazului din cilindru, când pistonul este în echilibru.



b. Determinaţi numărul de molecule de gaz din unitatea de volum dacă gazul din cilindru se află la temperatura $t_1 = 27^0\text{C}$.

c. Calculaţi cantitatea de gaz din cilindru, ştiind că la temperatura $t_1 = 27^0\text{C}$ coordonata corespunzătoare poziţiei de echilibru a pistonului este $x_1 = 60\,\text{cm}$.

d. Se încălzeşte gazul din cilindru la temperatura $t_2 = 47^0\text{C}$. Determinaţi coordonata x_2 corespunzătoare

Ministerul Educaţiei, Cercetării şi Inovării
Centrul Naţional pentru Curriculum şi Evaluare în Învăţământul Preuniversitar

B. SUBIECTUL III – **(15 puncte)**

Rezolvaţi următoarea problemă:

O cantitate $\upsilon = 4 \cdot 10^3$ mol de gaz ideal diatomic efectuează un ciclu format dintr-o comprimare izotermă urmată de o destindere izobară. Gazul revine în starea iniţială printr-o răcire izocoră. Izoterma corespunde temperaturii $T_1 = 400\,\text{K}$, iar raportul volumelor maxim şi minim atinse de gaz în cursul ciclului este $\varepsilon = 2$. Se cunoaşte $C_V = \dfrac{5}{2}R$ şi $\ln 2 \cong 0{,}693$.

a. Reprezentaţi grafic ciclul în coordonate *p-V.*
b. Determinaţi lucrul mecanic schimbat de gaz cu exteriorul în procesul $1 \to 2$.
c. Calculaţi căldura primită de gaz din mediul exterior în procesul $2 \to 3$.
d. Determinaţi variaţia energiei interne a gazului în procesul $3 \to 1$.

Varianta 72 - termodinamica

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

Se consideră: numărul lui Avogadro $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23} \text{mol}^{-1}$, constanta gazelor ideale $R = 8{,}31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$. Între parametri de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația: $p \cdot V = \nu RT$. Exponentul adiabatic este definit prin relația: $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

SUBIECTUL I - **(15 puncte)**

Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului considerat corect.

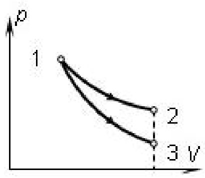
1. Notațiile fiind cele utilizate în manualele de fizică, unitatea de măsură în S.I. pentru mărimea fizică exprimată prin raportul $\frac{L}{\Delta V}$ este:

a. Pa **b.** atm **c.** torr **d.** N/m **(2p)**

2. Dacă volumul molar al unui gaz în anumite condiții de presiune şi temperatură este $V_\mu = 0{,}6\,\ell/\text{mol}$, distanța medie d dintre moleculele gazului, în aceste condiții, are ordinul de mărime (se va considera numărul lui Avogadro $N_A \approx 6 \cdot 10^{23}$ molecule/mol):

a. $d \approx 10^{-8}$m **b.** $d \approx 10^{-9}$m **c.** $d \approx 10^{-10}$m **d.** $d \approx 10^{-11}$m **(3p)**

3. O masă de gaz ideal aflată inițial într-o stare caracterizată de o anumită presiune şi un anumit volum poate efectua o destindere până la aceeaşi valoare a volumului final prin două procese diferite, aşa cum se vede în figură. Între lucrul mecanic efectat de gaz în procesul $1 \Rightarrow 2$ (L_{12}) şi lucrul mecanic efectat de gaz în procesul $1 \Rightarrow 3$ (L_{13}) există relația:



a. $L_{12} = L_{13}$

b. $L_{12} \le L_{13}$

c. $L_{12} < L_{13}$

d. $L_{12} > L_{13}$ **(5p)**

4. Constanta universală a gazului ideal are aceeaşi unitate de măsură ca şi:

a. capacitatea calorică **b.** căldura molară **c.** căldura specifică **d.** căldura **(2p)**

5. Într-o transformare izobară a unui gaz ideal se constată că lucrul mecanic efectuat de gaz este de 3 ori mai mic decât căldura primită. Dacă R este constanta universală a gazului ideal şi μ masa molară a gazului, atunci căldura specifică izocoră are expresia:

a. R/μ **b.** $3R/2\mu$ **c.** $2R/\mu$ **d.** $5R/2\mu$ **(3p)**

B. SUBIECTUL II – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Într-o incintă de volum constant se află $\upsilon = 2\,\text{mol}$ dintr-un amestec de azot $(\mu_1 = 28\,\text{g/mol})$ şi oxigen $(\mu_2 = 32\,\text{g/mol})$. Amestecul se află la presiunea $p_1 = 2 \cdot 10^5\ \text{N/m}^2$ şi temperatura $t_1 = 37^0\text{C}$. Amestecul, considerat gaz ideal, are masa molară $\mu = 31$ g/mol .

a. Calculați densitatea amestecului.

b. Determinați numărul de molecule din unitatea de volum.

c. Calculați masa de oxigen din amestec.

d. Menținând temperatura constantă, se scoate gaz din incintă până când presiunea scade de $k = 2$ ori şi se introduce azot pentru a restabili presiunea inițială. Determinați masa azotului introdus.

B. SUBIECTUL III – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

O cantitate dată de gaz ideal monoatomic se află inițial în starea de echilibru termodinamic (1) caracterizată de presiunea $p_1 = 10^5\ \text{N/m}^2$ şi volumul $V_1 = 1\,\ell$. Gazul este supus următoarei succesiuni de transformări: $1 \to 2$ comprimare izotermă până când volumul devine jumătate din volumul corespunzător stării de echilibru termodinamic (1); $2 \to 3$ încălzire izocoră până când presiunea corespunzătoare stării de echilibru termodinamic (3) se dublează față de presiunea corespunzătoare stării de echilibru termodinamic (2); $3 \to 4$ o transformare izobară urmată de transformarea izocoră $4 \to 1$ până în starea inițială de echilibru termodinamic (1). Se cunoaşte exponentul adiabatic al gazului $\gamma = 5/3$ şi se consideră $\ln 2 = 0{,}693$.

a. Reprezentați grafic transformarea ciclică $1 \to 2 \to 3 \to 4 \to 1$ în sistemul de coordonate $p - V$.

b. Determinați energia internă a gazului în starea de echilibru termodinamic (4).

c. Calculați lucrul mecanic total schimbat de gaz cu mediul exterior în această transformare ciclică.

d. Calculați căldura schimbată de gaz cu mediul exterior în transformarea $3 \to 4$ şi precizați dacă această căldură este absorbită sau cedată de gaz.

Variant 73 - termodinamica

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

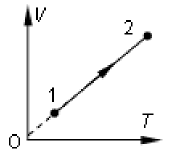
Se consideră: numărul lui Avogadro $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23} \text{mol}^{-1}$, constanta gazelor ideale $R = 8{,}31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$. Între parametri de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația: $p \cdot V = \nu RT$. Exponentul adiabatic este definit prin relația: $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

SUBIECTUL I - **(15 puncte)**

Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului considerat corect.

1. Un gaz ideal primeşte căldură pe parcursul:
a. unei comprimări izoterme
b. unei destinderi adiabatice
c. unui proces izobar în care volumul scade
d. unui proces izocor în care presiunea creşte **(2p)**

2. În figura alăturată este redată dependența volumului unui gaz ideal de temperatura absolută. Dacă $\upsilon = \text{const.}$, atunci:



a. presiunea gazului creşte
b. energia internă a gazului nu se modifică
c. gazul cedează căldură
d. presiunea gazului nu se modifică **(5p)**

3. Dacă simbolurile unităților de măsură sunt cele utilizate în manualele de fizică, unitatea de măsură a căldurii specifice este:

a. $\text{J} \cdot \text{mol} \cdot \text{K}$ **b.** $\text{J} \cdot \text{mol} \cdot \text{K}^{-1}$ **c.** $\text{J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ **d.** $\text{J} \cdot \text{kg} \cdot \text{K}$ **(3p)**

4. Alegeți afirmația corectă:
a. numai în transformarea adiabatică lucrul mecanic este mărime de proces;
b. căldura este o mărime de proces;
c. dacă un gaz primeşte căldură din exterior, temperatura sa creşte întotdeauna;
d. dacă într-un proces izoterm gazul ideal cedează lucru mecanic, atunci energia lui internă scade. **(3p)**

5. Simbolurile mărimilor fizice fiind cele utilizate în manuale, numărul de moli de gaz ideal poate fi calculat folosind relația:

a. $\upsilon = \frac{p}{V}$ **b.** $\upsilon = \frac{p}{T}$ **c.** $\upsilon = \frac{m}{\mu}$ **d.** $\upsilon = NV$ **(2p)**

B. SUBIECTUL II – **(15 puncte)**

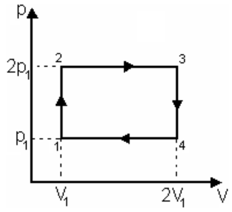
Rezolvați următoarea problemă:

Un cilindru orizontal închis la ambele capete este împărțit în două compartimente cu ajutorul unui piston etanş de grosime neglijabilă. Cilindrul are lungimea $\ell = 2\,\text{m}$ şi secțiunea $S = 2 \cdot 10^{-2}\,\text{m}^2$, iar inițial pistonul se află în echilibru la jumătatea cilindrului. În cele două compartimente se află aer ($\mu = 29\,\text{kg/kmol}$), considerat gaz ideal, în condiții normale de presiune şi temperatură $\left(p_0 \cong 10^5\,\text{Pa}, T_0 = 273\,\text{K}\right)$. Se deplasează pistonul pe distanța $h = 10\,\text{cm}$ față de poziția inițială, temperatura gazelor rămânând constantă. Determinați:
a. cantitatea de gaz din fiecare compartiment;
b. densitatea aerului dintr-un compartiment în starea inițială;
c. forța necesară pentru a menține pistonul în poziția finală;
d. temperatura finală a gazului din compartimentul mai mic astfel încât după încetarea forței, pistonul să rămână în echilibru. Se admite că temperatura gazului din celălalt compartiment rămâne nemodificată.

B. SUBIECTUL III – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

O cantitate dată de gaz ideal monoatomic parcurge ciclul termodinamic reprezentat în coordonate *p-V* în figura alăturată. Se cunosc: cantitatea de gaz $\upsilon = 3\,\text{mol}$, parametrii stării 1: $p_1 = 3 \cdot 10^5$ Pa şi $V_1 = 10\,\ell$ şi exponentul adiabatic $C_V = \frac{3}{2}R$.



a. Reprezentați grafic procesul ciclic într-un sistem de coordonate *V-T.*
b. Calculați valoarea maximă a energiei interne a gazului.
c. Determinați valoarea căldurii cedată de gaz mediului exterior în decursul unui ciclu.
d. Calculați lucrul mecanic schimbat de gaz cu mediul exterior în decursul unui ciclu.

Varianta 74 - termodinamica

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

Se consideră: numărul lui Avogadro $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23} \text{mol}^{-1}$, constanta gazelor ideale $R = 8{,}31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$. Între parametri de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația: $p \cdot V = \nu RT$. Exponentul adiabatic este definit prin relația: $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

SUBIECTUL I - **(15 puncte)**

Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului considerat corect.

1. Simbolurile mărimilor fizice fiind cele utilizate în manualele de fizică, mărimea descrisă de raportul $\frac{Q}{\Delta T}$ este:

a. capacitatea calorică
b. presiunea
c. căldura
d. densitatea. **(2p)**

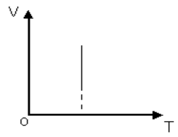
2. Două butelii având volumele V, respectiv $3V$, sunt umplute cu gaz aflat la aceeaşi temperatură şi la presiunile p, respectiv $3p$. Buteliile sunt puse în legătură printr-o conductă de volum neglijabil. Temperatura menținându-se constantă, presiunea finală a amestecului celor două gaze este:

a. $\frac{5p}{2}$ **b.** $\frac{7p}{2}$ **c.** $5p$ **d.** $\frac{15p}{4}$ **(2p)**

3. Simbolurile mărimilor fizice fiind cele folosite în manualele de fizică, într-o transformare izocoră căldura schimbată de un gaz ideal cu mediul exterior poate fi exprimată cu ajutorul relației:

a. $\nu \cdot R \cdot T$ **b.** $\nu \cdot C \cdot T$ **c.** $\nu \cdot C_p \cdot \Delta T$ **d.** $\nu \cdot C_V \cdot \Delta T$ **(3p)**

4. În graficul alăturat este reprezentată dependența de temperatură a volumului unui gaz ideal. Transformarea este:



a. izocoră
b. izotermă
c. adiabatică
d. izobară. **(5p)**

5. Dacă notațiile utilizate sunt cele din manualele de fizică, numărul de molecule din unitatea de volum poate fi exprimat prin relația:

a. $\frac{pV}{RT}$ **b.** $\frac{p}{RT}$ **c.** $\frac{p \cdot N_A}{R \cdot T}$ **d.** $\frac{pT}{R}$ **(3p)**

B. SUBIECTUL II – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Un gaz ideal aflat într-o butelie de volum $V = 60\,\ell$ la presiunea $p = 0{,}831 \cdot 10^5\ \text{N/m}^2$ şi temperatura $t = 27^0\text{C}$, are densitatea $\rho = 1\ \text{kg/m}^3$.

a. Determinați densitatea gazului în condiții normale de presiune şi temperatură ($p_0 = 10^5$ Pa, $t_0 = 0°\text{C}$).
b. Calculați masa molară a gazului.
c. Calculați cantitatea de gaz conținută în butelie.
d. Presupunând că prin deschiderea robinetului buteliei o masă $m = 24$ g de gaz iese din butelie, iar presiunea gazului devine $p_1 = 0{,}5 \cdot 10^5\ \text{N/m}^2$, determinați temperatura gazului rămas în butelie după închiderea robinetului.

B. SUBIECTUL III – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

O cantitate de gaz ideal având căldura molară la presiune constantă $C_p = \frac{7}{2}R$, se află inițial în starea de echilibru termodinamic (1) în care ocupă volumul $V_1 = 1\ell$ la presiunea $p_1 = 10^5\text{N/m}^2$. Gazul trece din starea inițială de echilibru termodinamic (1), printr-o transformare în care densitatea gazului se menține constantă, până în starea de echilibru termodinamic (2) şi îşi măreşte temperatura de $e = 2{,}71$ ori. În continuare, gazul efectuează transformarea $2 \to 3$ în care energia internă rămâne constantă, până în starea de echilibru termodinamic (3) unde volumul devine $V_3 = e \cdot V_2$. Din starea de echilibru termodinamic (3) gazul revine în starea inițială de echilibru termodinamic (1), printr-o transformare în care presiunea rămâne constantă.

a. Reprezentați grafic transformarea ciclică $1 \to 2 \to 3 \to 1$ în sistemul de coordonate *p-T*.
b. Determinați variația energiei interne a gazului la trecerea din starea inițială de echilibru termodinamic (1) în starea de echilibru termodinamic (3).
c. Calculați lucrul mecanic total schimbat de gaz cu mediul exterior în această transformare ciclică.
d. Determinați raportul dintre modulul căldurii cedate şi căldura primită de gaz în această transformare ciclică.

Varianta 75 - termodinamica

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

Se consideră: numărul lui Avogadro $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23}\,\text{mol}^{-1}$, constanta gazelor ideale $R = 8{,}31\dfrac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$. Între parametri de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația: $p \cdot V = \nu RT$. Exponentul adiabatic este definit prin relația: $\gamma = \dfrac{C_P}{C_V}$

SUBIECTUL I - **(15 puncte)**

Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului considerat corect.

1. Dacă notațiile sunt cele utilizate în manualele de fizică, expresia care are aceeaşi unitate de măsură cu cea a *energiei* este:

a. $Q/\Delta T$ **b.** $m \cdot \Delta T$ **c.** $m \cdot c \cdot \Delta T$ **d.** $Q/\upsilon \cdot \Delta T$ **(2p)**

2. În timpul fiecărui ciclu, un motor termic absoarbe căldura $Q_{abs} = 400\,\text{J}$ de la sursa caldă şi cedează căldura $Q_{ced} = -300\,\text{J}$ sursei reci. Lucrul mecanic efectuat de substanța de lucru într-un ciclu este:

a. 100 J **b.** 300 J **c.** 400 J **d.** 700 J **(5p)**

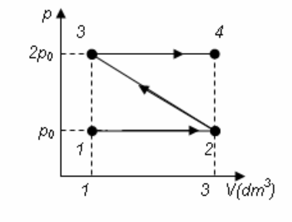
3. Un gaz ideal monoatomic trece din starea inițială A în starea finală B, prin mai multe transformări. Cunoscând parametrii de stare $p_A = 3 \cdot 10^5\,\text{N/m}^2$, $V_A = 10\,\text{dm}^3$, $p_B = 10^5\,\text{N/m}^2$, $V_B = 25\,\text{dm}^3$ şi $C_V = 1{,}5R$, variația energiei interne a gazului la trecerea din starea inițială în starea finală este:

a. -450 J **b.** -550 J **c.** -650 J **d.** $-750\,\text{J}$ **(3p)**

4. Un motor termic funcționează după un ciclu Otto. Substanța de lucru efectuează lucru mecanic în timpul:

a. admisiei **b.** compresiei **c.** detentei **d.** evacuării **(2p)**

5. O cantitate constantă de gaz ideal suferă transformarea 1234 reprezentată grafic în coordonate *p-V* în figura alăturată. Cunoscând faptul că $p_0 = 10^5\,\text{N/m}^2$ lucrul mecanic total schimbat de gaz are valoarea:



a. $-400\,\text{J}$

b. $-300\,\text{J}$

c. $300\,\text{J}$

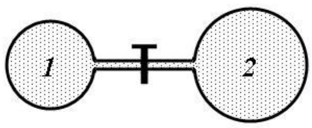
d. $400\,\text{J}$ **(3p)**

B. SUBIECTUL II – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Două vase de volume $V_1 = 831\,\text{cm}^3$ şi $V_2 = 1662\,\text{cm}^3$ sunt legate printr-un tub de volum neglijabil prevăzut cu un robinet, ca în figura alăturată. În primul vas se află azot ($\mu_1 = 28 \cdot 10^{-3}\,\text{kg/mol}$), iar în al doilea vas se află oxigen $(\mu_2 = 32 \cdot 10^{-3}\,\text{kg/mol})$, ambele gaze, considerate gaze ideale, fiind la presiunea $p = 100\,\text{kPa}$ şi la temperatura $t_i = 127^0\text{C}$. Se deschide robinetul şi se încălzeşte amestecul până la temperatura $t_f = 227^0\text{C}$. Determinați:

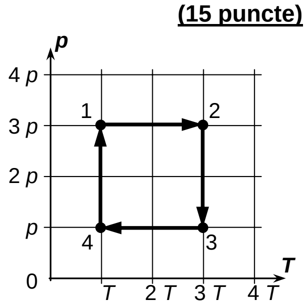
a. masa de gaz din fiecare vas înainte de deschiderea robinetului;
b. masa molară a amestecului obținut după deschiderea robinetului;
c. presiunea finală a amestecului;
d. densitatea medie a amestecului.



B. SUBIECTUL III – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Într-un corp de pompă se află o cantitate constantă de gaz, presupus ideal, având căldura molară la volum constant $C_V = 1{,}5R$. Acesta efectuează transformarea ciclică 12341 în care presiunea *p* depinde de temperatura absolută *T* aşa cum se arată în graficul alăturat. Cunoscând căldura schimbată de gaz cu exteriorul în transformarea 12, $Q_{12} = 200\,\text{J}$ şi valoarea logaritmului natural al numărului 3 ($\ln 3 = 1{,}1$), calculați:



a. rapoartele $\dfrac{V_2}{V_1}, \dfrac{V_3}{V_2}, \dfrac{V_4}{V_3}, \dfrac{V_1}{V_4}$;
b. variația energiei interne a gazului în transformarea 34;
c. suma dintre lucrul mecanic efectuat în procesul 12 şi cel efectuat în procesul 34, $L_{12} + L_{34}$;
d. căldura primită de gaz în decursul unui ciclu complet.

Varianta 76 - termodinamica

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

Se consideră: numărul lui Avogadro $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23} \text{mol}^{-1}$, constanta gazelor ideale $R = 8{,}31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$. Între parametri de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația: $p \cdot V = \nu RT$. Exponentul adiabatic este definit prin relația: $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

SUBIECTUL I - **(15 puncte)**

Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului considerat corect.

1. Ştiind că simbolurile mărimilor fizice şi ale unităților de măsură sunt cele utilizate în manualele de fizică, unitatea de măsură a raportului $\frac{\mu \cdot p \cdot V}{R \cdot T}$ este:

a. kg **b.** kmol **c.** kg^{-1} **d.** kmol^{-1} **(2p)**

2. O bară din cupru are masa $m = 0{,}4\,\text{kg}$. Căldura specifică a cuprului are valoarea $c = 385 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$. Capacitatea calorică a barei din cupru este egală cu:

a. 154 J/K **b.** 308 J/K **c.** 481,25 J/K **d.** 962,5 J/K **(3p)**

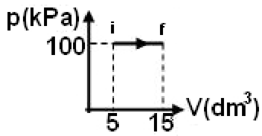
3. În ciclul de funcționare al motorului Otto, amestecul carburant efectuează lucru mecanic util în timpul:

a. comprimării **b.** admisiei **c.** evacuării **d.** detentei **(2p)**

4. Într-o incintă cu volumul V=98 dm^3 se află o masă m_1=126 g de azot ($\mu_1 = 28\,\text{g/mol}$) în amestec cu $m_2 = 40\,\text{g}$ de metan ($\mu_2 = 16\,\text{g/mol}$). Volumul molar al amestecului format din cele două gaze este egal cu:

a. 14 m^3/kmol **b.** 32 m^3/kmol **c.** 16 dm^3/kmol **d.** 32 dm^3/kmol **(5p)**

5. Un gaz aflat într-un cilindru cu piston se destinde la presiune constantă (procesul i→f din figura alăturată). Lucrul mecanic efectuat de gaz în acest proces este egal cu:



a. –1000 J
b. –500 J
c. 200 J
d. 1kJ **(3p)**

B. SUBIECTUL II – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

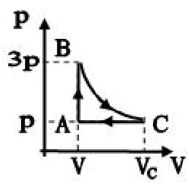
O butelie având volumul $V = 50\,\text{dm}^3$ conține oxigen ($\mu = 32\,\text{g/mol}$) la presiunea $p = 5{,}8 \cdot 10^5$ Pa şi temperatura $t = 17^0\text{C}$. Pentru efectuarea unei operații de sudură se consumă, din butelie, 4 g de oxigen într-un ***minut*.** Determinați:

a. densitatea oxigenului din butelie în starea inițială;
b. cantitatea de oxigen din butelie în starea inițială;
c. timpul după care, consumându-se oxigen din butelie, presiunea oxigenului scade la jumătate din valoarea inițială, dacă temperatura gazului rămâne constantă;
d. presiunea pe care o are oxigenul din butelie după un interval de timp $\Delta t = 10\,\text{min}$ de consum de oxigen dacă temperatura oxigenului din butelie rămâne constantă.

B. SUBIECTUL III – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

O cantitate de gaz ideal diatomic având căldura molară izocoră $C_V = 2{,}5R$ parcurge succesiunea de transformări reprezentate în figura alăturată. În transformarea B→C temperatura gazului rămâne constantă iar lucrul mecanic efectuat de gaz este egal cu $L_{BC} = 9141\,\text{J}$. În transformarea A→B presiunea gazului creşte de 3 ori. Se cunoaşte $\ln 3 \cong 1{,}1$.



a. Identificați tipul transformărilor A→B şi C→A precizând parametrul de stare care rămâne constant.
b. Determinați lucrul mecanic schimbat de gaz cu mediul exterior în transformarea C→A.
c. Determinați căldura absorbită de gaz într-un ciclu.
d. Comparați variația energiei interne în transformarea C→A cu variația energiei interne în transformarea A→B şi comentați rezultatul obținut.

Varianta 77 - termodinamica

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

Se consideră: numărul lui Avogadro $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23}\,\text{mol}^{-1}$, constanta gazelor ideale $R = 8{,}31\dfrac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$. Între parametri de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația: $p \cdot V = \nu RT$. Exponentul adiabatic este definit prin relația: $\gamma = \dfrac{C_P}{C_V}$

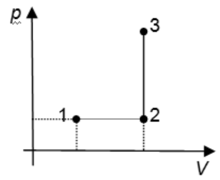
SUBIECTUL I - (15 puncte)

Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului considerat corect.

1. În destinderea adiabatică a unui gaz ideal:
a. energia internă a gazului creşte;
b. energia internă a gazului scade;
c. gazul nu schimbă lucru mecanic cu exteriorul;
d. gazul primeşte lucru mecanic din exterior. **(3p)**

2. Notațiile fiind cele utilizate în manuale, unitatea de măsură pentru constanta exprimată de raportul R/N_A coincide cu unitatea de măsură pentru:
a. capacitatea calorică **b.** căldura molară **c.** căldura specifică **d.** căldură **(2p)**

3. Un gaz ideal având exponentul adiabatic γ efectuează transformările 1-2, respectiv 2-3 reprezentate în figura alăturată în coordonate *p-V*. Temperatura în starea 1 este T_1, temperatura în starea 2 este T_2, iar temperatura finală este T_3. Dacă $T_2 = \dfrac{T_1 + T_3}{2}$, atunci raportul $\dfrac{Q_{12}}{Q_{23}}$ are valoarea:



a. $\gamma - 1$ **b.** $\dfrac{1}{\gamma - 1}$ **c.** γ **d.** $\dfrac{1}{\gamma}$ **(3p)**

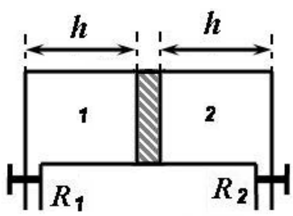
4. Un proces pentru care starea inițială coincide cu starea finală este în mod sigur un proces:
a. cvasistatic **b.** reversibil **c.** ireversibil **d.** ciclic **(2p)**

5. Dintre mărimile fizice legate de structura discontinuă a substanței este mărime adimensională:
a. unitatea atomică de masă;
b. masa moleculară relativă;
c. cantitatea de substanță;
d. numărul lui Avogadro. **(5p)**

B. SUBIECTUL II – (15 puncte)

Rezolvați următoarea problemă:

Se consideră dispozitivul schematic din figura alăturată. El cuprinde un recipient cilindric orizontal, prevăzut cu un piston termoizolant de secțiune $S = 29{,}2\ \text{cm}^2$ ce se poate mişca fără frecare. Cele două robinete R_1 şi R_2 permit legătura cu aerul atmosferic, aflat la presiunea atmosferică normală. Inițial cele două compartimente au aceeaşi lungime $h = 41{,}55\ \text{cm}$, robinetele R_1 şi R_2 sunt deschise, iar temperatura aerului atmosferic rămâne constantă, egală cu $t = 19^0\text{C}$.



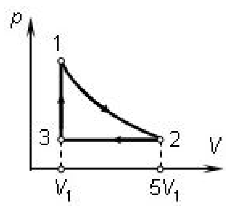
a. Se închide robinetul R_1. Calculați cantitatea de gaz din compartimentul 1.
b. Gazul din compartimentul 1 este încălzit până la temperatura T_1, astfel încât pistonul se deplasează pe o distanță $x = 0{,}1\,h$. Determinați valoarea temperaturii T_1.
c. Se închide şi robinetul R_2. Calculați numărul de molecule de gaz din compartimentul 2.

Ministerul Educației, Cercetării şi Inovării
Centrul Național pentru Curriculum şi Evaluare în Învățământul Preuniversitar

B. SUBIECTUL III – (15 puncte)

Rezolvați următoarea problemă:

Procesul ciclic $1 \to 2 \to 3 \to 1$ reprezentat în coordonate *p-V* în figura alăturată,este parcurs de $\upsilon = 5\,\text{mol}$ de gaz ideal cu exponentul adiabatic $\gamma = 5/3$. Transformarea $1 \to 2$ este o transformare la temperatură constantă $T_1 = 600\,\text{K}$, iar volumul în starea 2 este de 5 ori mai mare decât volumul în starea 1. Se cer:
a. variația energiei interne în transformarea $3 \to 1$;
b. reprezentarea ciclului în coordonate $V - T$;
c. căldura schimbată cu exteriorul în transformarea $2 \to 3$;
d. lucrul mecanic schimbat de gaz cu exteriorul în transformarea $1 \to 2$;
Se cunoaşte că $\ln 5 \approx 1{,}6$.



Varianta 78 - termodinamica

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

Se consideră: numărul lui Avogadro $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23} mol^{-1}$, constanta gazelor ideale $R = 8{,}31\frac{J}{mol \cdot K}$. Între parametri de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația: $p \cdot V = \nu RT$. Exponentul adiabatic este definit prin relația: $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

SUBIECTUL I - **(15 puncte)**

Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului considerat corect.

1. Notațiile fiind cele folosite în manualele de fizică, expresia căldurii schimbate de un gaz ideal cu mediul exterior în cursul unei transformări adiabatice este:

a. $Q = 0$ **b.** $Q = \nu RT \ln\frac{V_f}{V_i}$ **c.** $Q = \nu \cdot C_V \cdot \Delta T$ **d.** $Q = \nu \cdot C_p \cdot \Delta T$ **(2p)**

2. Pentru gazele menținute în condiții fizice normale, volumul molar:
a. este invers proporțional cu numărul de moli;
b. depinde de presiunea la care se află gazul;
c. creşte odată cu creşterea temperaturii.
d. nu depinde de natura substanței. **(2p)**

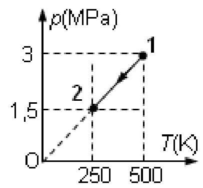
3. Ținând cont că simbolurile marimilor fizice şi ale unitaților de măsură sunt cele utilizate în manualele de fizică, unitatea de măsură a mărimii fizice descrise prin expresia $\nu \cdot R \cdot T$ este:

a. Pa **b.** J **c.** K **d.** $\frac{J}{mol}$ **(3p)**

4. O cantitate dată de gaz ideal trece din starea de echilibru caracterizată de presiunea $p_1 = 10^5$ Pa şi temperatura $T_1 = 500$ K în cea caracterizată de $p_2 = 1$ MPa şi $\theta_2 = 127°$C. Raportul dintre volumul în starea finală şi cel în starea inițială este egal cu:

a. $\frac{V_2}{V_1} = 0{,}0254$; **b.** $\frac{V_2}{V_1} = 0{,}08$; **c.** $\frac{V_2}{V_1} = 0{,}125$; **d.** $\frac{V_2}{V_1} = 8$. **(5p)**

5. O cantitate constantă de gaz ideal monoatomic trece din starea de echilibru (1) în starea de echilibru (2) prin procesul termodinamic redat în figura alăturată. Lucrul mecanic schimbat de gaz cu mediul înconjurător este egal cu:

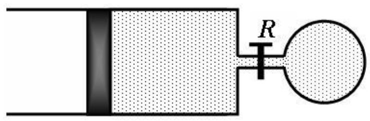


a. - 562,5 J;
b. - 2077,5 J;
c. 0 J;
d. 562,5 J. **(3p)**

B. SUBIECTUL II – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

O cantitate $\upsilon_1 = 3$ mol de aer este închisă etanş într-un recipient cilindric cu piston de masă neglijabilă şi secțiune $S = 200$ cm^2, ce se poate deplasa fără frecare. Recipientul este legat de un balon cu pereți rigizi, printr-un tub subțire prevăzut cu un robinet R, ca în figura alăturată. În balon se află o masă $m_2 = 64$ g de oxigen $\left(\mu_{O_2} = 32 \cdot 10^{-3} kg/mol\right)$, la presiunea $p_2 = 1{,}25 \cdot 10^5$ Pa. Aerul şi oxigenul, considerate gaze ideale, se află la temperatura $t = 27^0$C. Temperatura sistemului se presupune constantă, iar presiunea atmosferică are valoarea $p_0 = 10^5$ Pa. Determinați:

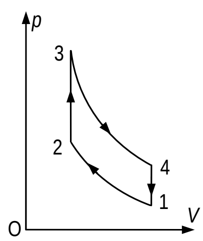


a. numărul de molecule de aer din recipient;
b. cantitatea de oxigen din balon;
c. presiunea finală a amestecului de gaze obținut după deschiderea robinetului;
d. distanța pe care se deplasează pistonul după deschiderea robinetului, presupunând recipientul cilindric este suficient de lung.

B. SUBIECTUL III – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

O cantitate $\upsilon = 2$ mol gaz ideal monoatomic $(C_V = 1{,}5\, R)$ efectuează procesul ciclic de funcționare al unui motor Otto redat în figura alăturată. În starea (1) gazul are temperatura $\theta_1 = 27°$C, iar la trecerea din starea (2) în starea (3) presiunea creşte de 3 ori. Lucrul mecanic schimbat de gaz cu mediul înconjurător în procesul $1 \to 2$ are valoarea $L_{1\to2} = -7479$ J. Raportul dintre căldurile schimbate de sistem cu mediul exterior în procesele $2 \to 3$ şi $4 \to 1$ este egal cu $Q_{2\to3} / Q_{4\to1} = -12$.



a. Redați denumirile celor patru procese termodinamice care intră în alcătuirea procesului ciclic dat.
b. Calculați energia internă a gazului în starea (2).
c. Determinați căldura schimbată de gaz cu exteriorul în procesul $2 \to 3$.
d. Calculați temperatura gazului în starea (4).

Varianta 79 - termodinamica

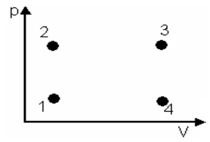
B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

Se consideră: numărul lui Avogadro $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23}\,\text{mol}^{-1}$, constanta gazelor ideale $R = 8{,}31\dfrac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$. Între parametri de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația: $p \cdot V = \nu RT$. Exponentul adiabatic este definit prin relația: $\gamma = \dfrac{C_P}{C_V}$

SUBIECTUL I - **(15 puncte)**

Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului considerat corect.

1. În figura alăturată sunt reprezentate în coordonate *p-V* patru stări de echilibru termodinamic notate 1, 2, 3, 4. Stările de echilibru termodinamic care ar putea fi caracterizate de aceeaşi valoare a temperaturii sunt:



a. 1 şi 4;
b. 2 şi 3;
c. 2 şi 4;
d. 3 şi 4. **(2p)**

2. Un gaz ideal monoatomic $C_V = \dfrac{3R}{2}$ se află la presiunea $p = 2 \cdot 10^5\,\text{Pa}$. Dacă energia internă a acestuia are valoarea $U = 300\,\text{J}$, volumul ocupat de gaz este:

a. $10^{-3}\,\text{m}^3$ **b.** $\dfrac{3}{5} \cdot 10^{-3}\,\text{m}^3$ **c.** $1\,\text{m}^3$ **d.** $\dfrac{3}{5}\text{m}^3$ **(2p)**

3. Lucrul mecanic schimbat de un sistem termodinamic cu mediul exterior:
a. este o mărime de stare;
b. este zero dacă sistemul revine în starea inițială.
c. depinde doar de starea inițială şi de cea finală a sistemului;
d. depinde de stările intermediare prin care trece sistemul; **(3p)**

4. Ştiind că simbolurile unităților de măsură sunt cele utilizate în manualele de fizică, unitatea de măsură a capacității calorice, exprimată în S.I., este:
a. J/kg **b.** $\text{J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$ **c.** J/K **d.** $\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ **(3p)**

5. Într-un recipient de volum $V = 5\,\ell$, se află un gaz ideal la presiunea $p = 5 \cdot 10^5\,\text{Pa}$ şi temperatura $t = 27^0\text{C}$. Numărul total de molecule din recipient este de aproximativ:
a. $8 \cdot 10^{26}$ **b.** $6 \cdot 10^{26}$ **c.** $8 \cdot 10^{24}$ **d.** $6 \cdot 10^{23}$ **(5p)**

B. SUBIECTUL II – **(15 puncte)**

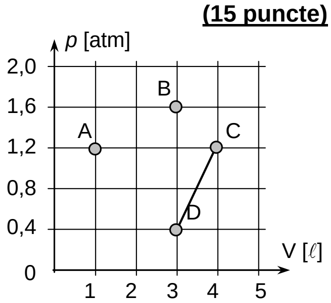
Rezolvați următoarea problemă:

Două recipiente sunt unite printr-un tub de volum neglijabil, prevăzut cu un robinet. Inițial robinetul este închis, iar recipientele conțin acelaşi tip de gaz ideal. În primul recipient, de volum $V_1 = 5\,\ell$, se află gaz la presiunea $p_1 = 3 \cdot 10^5\,\text{Pa}$ şi temperatura $T_1 = 300\,\text{K}$, iar în al doilea, de volum $V_2 = 2\,\ell$, se află gaz la presiunea $p_2 = 10^5\,\text{Pa}$ şi temperatura $T_2 = 400\,\text{K}$. Întregul sistem este izolat adiabatic de mediul exterior. Determinați:
a. cantitatea de gaz din primul recipient;
b. temperatura finală după stabilirea echilibrului termic
c.; presiunea finală care se stabileşte în cele două vase după ce se deschide robinetul;
d. cantitatea de gaz aflată în primul recipient în starea finală.

B. SUBIECTUL III – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

În diagrama alăturată sunt indicate patru stări de echilibru termodinamic (A, B, C, D) ale unei cantități constante de gaz ideal monoatomic (cu exponentul adiabatic $\gamma = 5/3$) care efectuează diverse transformări cvasistatice şi reversibile $(1\text{atm} \cong 10^5\,\text{Pa})$.



a. Determinați în care dintre stările indicate temperatura gazului este maximă.
b. Calculați variația energiei interne între stările A şi D.
c. Considerând că în transformarea AC presiunea este tot timpul constantă, calculați lucrul mecanic efectuat de gaz, L_{AC}.
d. Considerând că în transformarea DB volumul este tot timpul constant, calculați căldura schimbată de gaz cu exteriorul, Q_{DB}.

Varianta 80 - termodinamica

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

Se consideră: numărul lui Avogadro $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23} mol^{-1}$, constanta gazelor ideale $R = 8{,}31 \frac{J}{mol \cdot K}$. Între parametri de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația: $p \cdot V = \nu RT$. Exponentul adiabatic este definit prin relația: $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

SUBIECTUL I - **(15 puncte)**

Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului considerat corect.

1. Un gaz ideal suferă o transformare ce poate fi descrisă de legea $T = a \cdot V^2$. Unitatea de măsură a constantei de proporționalitate a, este:

a. $K^{-1} \cdot m^{-3}$ **b.** $K^2 \cdot m^{-6}$ **c.** $K \cdot m^3$ **d.** $K \cdot m^{-6}$ **(2p)**

2. O cantitate constantă de gaz ideal este comprimată izoterm. În acest proces gazul:

a. primeşte căldură şi cedează lucru mecanic;
b. primeşte lucru mecanic şi cedează căldură;
c. primeşte căldură, iar energia internă creşte;
d. cedează lucru mecanic, iar energia internă scade. **(3p)**

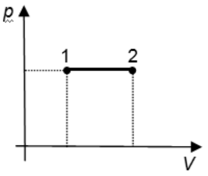
3. Un sistem termodinamic evoluează după un proces termodinamic ciclic. Lucrul mecanic efectuat de sistem, $L = 1 kJ$, reprezintă 25% din căldura primită. Căldura cedată de sistem are valoarea:

a. 4 kJ **b.** 2 kJ **c.** -2 kJ **d.** -3 kJ **(5p)**

4. Un gaz ideal alcătuit din molecule de O_2 are masa molară de $32 \frac{g}{mol}$ şi căldura molară izocoră $C_V = \frac{5}{2}R$. Căldura specifică izobară a oxigenului este aproximativ egală cu:

a. $650{,}10 J/(kg \cdot K)$ **b.** $908{,}9 J/(kg \cdot K)$ **c.** $1200 J/(kg \cdot K)$ **d.** $1240 J/(kg \cdot K)$ **(3p)**

5. Un gaz ideal diatomic ($C_p = 7R/2$) efectuează transformarea 1-2 reprezentată în sistemul de coordonate *p-V* ca în figura alăturată. Lucrul mecanic schimbat de gaz cu exteriorul are valoarea $L = 800 J$. Variația energiei interne a gazului în acest proces are valoarea:



a. 800 J
b. 1200 J
c. 2000 J
d. 2800 J **(2p)**

B. SUBIECTUL II – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Un student doreşte să realizeze un amestec de oxigen O_2 şi azot N_2 (gaze cu comportare presupusă ideală) a cărui masă molară să fie $\mu = 29$ g/mol. El dispune de două butelii: una conține 2 moli de oxigen în condiții normale de presiune şi temperatură ($p_0 = 10^5$ Pa, $t_0 = 0^0$C), iar cealaltă conține azot la presiune ridicată şi temperatura t_0; studentul poate transfera azot din a doua butelie în prima, păstrând constantă masa de oxigen din prima butelie. Cunoscând masele atomice relative ale azotului şi oxigenului $A_N = 14$ şi respectiv $A_O = 16$ calculați (în unități ale S.I.):

a. numărul moleculelor de oxigen din prima butelie;
b. volumul oxigenului din prima butelie;
c. cantitatea de azot pe care studentul trebuie să o introducă în prima butelie pentru a obține amestecul dorit;
d. presiunea finală a amestecului de gaze din prima butelie, dacă temperatura de echilibru a amestecului este t_0.

B. SUBIECTUL III – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Un mol de gaz ideal ($\gamma = 1{,}4$) trece izocor din starea (1) în starea (2) în care presiunea este $p_2 = \frac{2}{3}p_1$. În continuare gazul se încălzeşte la presiune constantă până ajunge la temperatura stării (1) şi, prin comprimare la temperatura constantă, revine în starea (1). În procesul 1-2-3 lucrul mecanic efectuat de gaz este de 830 J. Se cunoaşte $\ln\frac{2}{3} = -0{,}4$.

a. Reprezentați ciclul în sistemul de coordonatele *p-V*.
b. Calculați valoarea energiei interne a gazului în starea 1.
c. Determinați căldura primită de gaz în timpul unui ciclu.
d. Calculați lucrul mecanic schimbat de gaz cu mediul exterior în comprimarea izotermă.

Varianta 81 - termodinamica

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

Se consideră: numărul lui Avogadro $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23}\,\text{mol}^{-1}$, constanta gazelor ideale $R = 8{,}31\dfrac{\text{J}}{\text{mol}\cdot\text{K}}$. Între parametri de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația: $p \cdot V = \nu RT$. Exponentul adiabatic este definit prin relația: $\gamma = \dfrac{C_P}{C_V}$

SUBIECTUL I - Varianta 081 **(15 puncte)**

1. Ținând cont că simbolurile unităților de măsură sunt cele utilizate în manualele de fizică, unitatea de măsură a mărimii fizice egală cu raportul dintre căldura molară şi căldura specifică, în S.I. este:

a. $\dfrac{\text{J}}{\text{kmol}\cdot\text{K}}$ **b.** $\dfrac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$ **c.** $\dfrac{\text{kg}}{\text{mol}}$ **d.** mol **(2p)**

2. Considerând că notațiile sunt cele utilizate în manualele de fizică, expresia căldurii schimbate cu mediul exterior de o cantitate constantă de gaz ideal într-o destindere izobară din starea 1 în starea 2 este:

a. $\gamma \cdot \dfrac{p_1V_1\text{-}p_2V_2}{1\text{-}\gamma}$ **b.** $C_V\,\dfrac{p_1V_1\text{-}p_2V_2}{1\text{-}\gamma}$ **c.** $C_V\,\dfrac{p_1V_1\text{-}p_2V_2}{\gamma - 1}$ **d.** $(\gamma - 1)\dfrac{p_1V_1\text{-}p_2V_2}{\gamma}$ **(5p)**

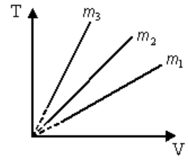
3. Într-un vas se amestecă $5\,\text{moli}$ de gaz monoatomic, cu $2\,\text{moli}$ de gaz biatomic (O_2) şi cu $3\,\text{moli}$ de gaz triatomic (CO_2). Numărul de moli din vas este:

a. 10 **b.** 12 **c.** 16 **d.** 18 **(3p)**

4. O cantitate dată de gaz ideal este răcită astfel încât presiunea sa rămâne constantă, iar volumul scade cu 20%. Temperatura gazului:

a. scade cu 20% **b.** scade cu 25% **c.** creşte cu 20% **d.** creşte cu 25% **(2p)**

5. Trei mase diferite din acelaşi gaz ideal sunt supuse unor transformări la aceeaşi valoare constantă a presiunii. Studiind dependența ilustrată în figura alăturată relația dintre masele celor trei gaze este:



a. $m_1 = m_2 = m_3$

b. $m_1 > m_2 > m_3$

c. $m_2 > m_3 > m_1$

d. $m_3 > m_2 > m_1$ **(3p)**

B. SUBIECTUL II – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Într-o incintă de volum constant este închisă o masă $m = 8{,}8$ kg de CO_2 ($\mu = 44\,\text{g/mol}$), considerat gaz ideal, la presiunea $p = 10\,\text{atm}$ şi la temperatura $t = 0°\text{C}$. Determinați:

a. cantitatea de dioxid de carbon aflată în incintă;

b. numărul de molecule de CO_2 aflate într-un volum $V = 1\,\text{m}^3$ (numărul lui Loschmidt) în condiții fizice normale ($V_{\mu 0} = 22{,}4\,\text{dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$, $p_0 = 1$ atm $\cong 10^5$ Pa, $t_0 = 0°\text{C}$);

c. densitatea gazului aflat în incintă;

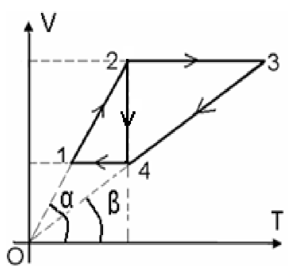
d. presiunea gazului din incintă, dacă acesta este încălzit cu $\Delta t = 27°\text{C}$.

Ministerul Educației, Cercetării şi Inovării
Centrul Național pentru Curriculum şi Evaluare în Învățământul Preuniversitar

B. SUBIECTUL III – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

O cantitate dată de gaz ideal monoatomic ($C_V = \dfrac{3}{2}R$) descrie procesele ciclice $1 \to 2 \to 4 \to 1$, respectiv $1 \to 2 \to 3 \to 4 \to 1$ reprezentate în coordonate *V*-*T* în figura alăturată. Se cunosc: presiunea $p_1 = 1$ atm $\cong 10^5$ N/m^2, temperaturile $t_1 = 27°\text{C}$, $t_2 = 327°\text{C}$, şi volumul $V_1 = 2\,\ell$. Se cer:



a. reprezentarea grafică, în sistemul de coordonate *p*-*V*, a procesului ciclic $1 \to 2 \to 4 \to 1$

b. lucrul mecanic efectuat în procesul $1 \to 2$;

c. variația energiei interne ΔU_{2-3};

d. căldura schimbată de gaz cu mediul exterior în procesul $4 \to 1$.

Varianta 82 - termodinamica

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

Se consideră: numărul lui Avogadro $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23} \text{mol}^{-1}$, constanta gazelor ideale $R = 8{,}31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$. Între parametri de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația: $p \cdot V = \nu RT$. Exponentul adiabatic este definit prin relația: $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

SUBIECTUL I - **(15 puncte)**

Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului considerat corect.

1. Un sistem termodinamic suferă o transformare care, într-un sistem de coordonate având pe axe doi dintre parametri de stare, este reprezentată printr-o curbă continuă. Transformarea este cu siguranță o transformare:

a. reversibilă
b. ireversibilă
c. cvasistatică
d. necvasistatică **(2p)**

2. Ştiind că simbolurile mărimilor fizice sunt cele utilizate în manualele de fizică, unitatea de măsură în S.I. a mărimii fizice definite prin relația $\frac{Q}{\nu \Delta T}$ este:

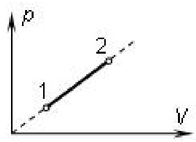
a. $\frac{\text{J}}{\text{K}}$ **b.** $\frac{\text{J}}{\text{Kg} \cdot \text{K}}$ **c.** $\frac{\text{Kg} \cdot \text{K}}{\text{J}}$ **d.** $\frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ **(3p)**

3. La temperaturi ridicate fracțiunea f din moleculele unui gaz biatomic disociază. După disociere, raportul dintre numărul de molecule nedisociate şi numărul total de particule (atomi şi molecule) este:

a. $\frac{1-f}{1+f}$ **b.** $\frac{f}{1+f}$ **c.** $\frac{1-f}{1+2f}$ **d.** $\frac{f}{1+2f}$ **(5p)**

4. Numărul lui Avogadro reprezintă numărul de particule:
a. dintr-un kg de substanță;
b. dintr-un mol de substanță;
c. dintr-un m^3 de gaz aflat în condiții normale de temperatură şi presiune;
d. dintr-un kg de gaz aflat în condiții normale de temperatură şi presiune. **(2p)**

5. În figura alăturată este reprezentată o transformare $1 \to 2$ suferită de 1 mol de gaz ideal, care se încălzeşte cu 1^0C. Lucrul mecanic efectat de gaz are valoarea:



a. $4{,}155\,\text{J}$
b. $8{,}31\text{J}$
c. $12{,}465\,\text{J}$
d. $16{,}62\,\text{J}$ **(3p)**

B. SUBIECTUL II – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Se cunosc: volumul molar al unui gaz în condiții fizice normale $V_{\mu 0} = 22{,}41\ \ell/\text{mol}$ şi masele molare ale azotului şi oxigenului $\mu_1 = 28\,\text{g/mol}$, respectiv $\mu_2 = 32\,\text{g/mol}$.

a. Calculați numărul de molecule conținute într-o masă de $m_1 = 56$ g de azot.

b. Calculați numărul de molecule conținute într-un volum de $V_{02} = 14{,}94\,\ell$ de oxigen, aflat în condiții normale de temperatură şi presiune.

c. Se realizează un amestec din $N_1 = 12 \cdot 10^{23}$ molecule de azot şi $N_2 = 4 \cdot 10^{23}$ molecule de oxigen. Determinați masa molară a amestecului.

d. Determinați concentrațiile masice ale celor două gaze în amestecul de la punctul **c.** (raportul dintre masa fiecărui component şi masa totală a amestecului) .

B. SUBIECTUL III – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

O cantitate dată de gaz ideal monoatomic ($C_V = \frac{3}{2}R$) poate trece dintr-o stare A, caracterizată de presiunea $p_A = 2 \cdot 10^5$ Pa şi volumul $V_A = 2\ell$, într-o stare B, caracterizată de presiunea $p_B = 10^5$ Pa şi volumul $V_B = 3\ell$, pe două căi distincte:

- o transformare izocoră $A \to 1$, urmată de o transformare izobară $1 \to B$
- o transformare izotermă $A \to 2$, urmată de o transformare izocoră $2 \to B$

a. Reprezentați grafic succesiunile de transformări pe cele două căi în sistemul de coordonate $p - V$;

b. Determinați lucrul mecanic schimbat de gaz cu mediul exterior în procesul $A \to 1 \to B$;

c. Determinați variația energiei interne a gazului în procesul $A \to 1 \to B$;

d. Determinați căldura schimbată de gaz cu cu mediul exterior în transformarea $A \to 2 \to B$.

Se cunoaşte că $\ln 1{,}5 \approx 0{,}4$

Varianta 83 - termodinamica

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

Se consideră: numărul lui Avogadro $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23} \text{mol}^{-1}$, constanta gazelor ideale $R = 8{,}31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$. Între parametri de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația: $p \cdot V = \nu RT$. Exponentul adiabatic este definit prin relația: $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

SUBIECTUL I - **(15 puncte)**

Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului considerat corect.

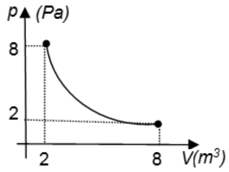
1. Simbolurile mărimilor fizice fiind cele utilizate în manuale, căldura molară este definită de expresia:

a. $\frac{Q}{\Delta T}$ **b.** $\frac{Q}{m\Delta T}$ **c.** $\frac{Q}{\nu\Delta T}$ **d.** $\frac{Q}{\mu\Delta T}$ **(2p)**

2.Într-un vas de volum $V_1 = V$, se găseşte hidrogen molecular $(\mu_1 = 2 \cdot 10^{-3}\,\text{kg/mol})$ la presiunea $p_1 = p$ şi temperatura $T_1 = T$. În al doilea vas de volum $V_2 = 0{,}25 \cdot V$, se găseşte oxigen molecular $(\mu_2 = 32 \cdot 10^{-3}\,\text{kg/mol})$ la presiunea $p_2 = 2 \cdot p$ şi temperatura $T_2 = a \cdot T$, unde „a" este o constantă. Dacă, masa de hidrogen şi oxigen din cele două vase este aceeaşi, constanta „a" are valoarea:

a. 8 **b.** 6 **c.** 4 **d.** 2 **(3p)**

3. O cantitate dată de gaz ideal aflată la $t = 27^o\text{C}$ efectuează o destindere reprezentată în sistemul de coordonate *p-V* ca în figura alăturată. Se cunoaşte $\ln 2 \cong 0{,}69$. Lucrul mecanic schimbat de gaz cu exteriorul are valoarea:



a. -40 J
b. -22,08 J
c. 22,08 J
d. 40 J **(5p)**

4. Într-un vas termostatat de volum *V* se găsesc υ moli de gaz ideal cu $C_V = \frac{5}{2}R$, la temperatura *T*. Dacă o fracțiune *f* din moleculele gazului părăsesc sistemul, variația energiei interne a gazului este egală cu:

a. $\frac{5}{2}\upsilon RT$ **b.** $-\frac{5}{2}f\upsilon RT$ **c.** $\frac{5}{2}f\upsilon RT$ **d.** $-\frac{3}{2}f\upsilon RT$ **(3p)**

5. Motorul Otto este un motor termic cu ardere internă în patru timpi, timpul motor fiind:
a. aspirația;
b. compresia;
c. arderea şi detenta;
d. arderea izobară şi detenta. **(2p)**

B. SUBIECTUL II – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Un gaz ideal este închis într-un cilindru cu piston etanş, de masă neglijabilă care se poate deplasa fără frecare. În starea inițială gazul ocupă volumul $V_1 = 5\,\ell$ şi conține un număr $N = 3 \cdot 10^{24}$ molecule. Gazul este încălzit la presiune constantă până la temperatura $t_2 = 527^o\text{C}$, proces în care volumul său creşte cu 25 %. Determinați:
a. cantitatea de gaz din cilindru;
b. volumul ocupat de gaz în starea finală;
c. temperatura inițială a gazului;
d. concentrația inițială a moleculelor de gaz (numărul de molecule din unitatea de volum).

B. SUBIECTUL III – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

O cantitate $\upsilon = 2\,\text{mol}$ de heliu ($\gamma = 5/3$) efectuează un proces ciclic format din două transformări la volum constant şi două transformări la presiune constantă. Transformarea $1 \to 2$ este încălzirea izocoră la volumul minim, iar $3 \to 4$ este răcire izocoră la volumul maxim. Temperaturile celor patru stări sunt: $t_1 = 27^o\text{C}$, $t_2 = t_4$ şi $t_3 = 927^o\text{C}$.
a. Reprezentați procesul ciclic descris în sistemul de coordonate *p-V.*
b. Determinați energia internă a gazului în starea (2).
c. Calculați lucrul schimbat de gaz cu mediul exterior într-un ciclu.
d. Determinați căldura primită de gaz din exterior.

Variante 84 - termodinamica

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

Se consideră: numărul lui Avogadro $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23}\,\text{mol}^{-1}$, constanta gazelor ideale $R = 8{,}31\dfrac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$. Între parametri de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația: $p \cdot V = \nu RT$. Exponentul adiabatic este definit prin relația: $\gamma = \dfrac{C_P}{C_V}$

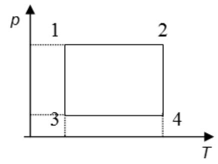
SUBIECTUL I - **(15 puncte)**

Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului considerat corect.

1. Ştiind că simbolurile mărimilor fizice şi ale unităților de măsură sunt cele utilizate în manualele de fizică, unitatea de măsură a mărimii $\upsilon \cdot C_V \cdot \Delta T$ poate fi scrisă sub forma:

a. $\text{N} \cdot \text{m}$ **b.** $\dfrac{\text{N} \cdot \text{mol}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$ **c.** $\text{J} \cdot \text{K}$ **d.** $\dfrac{\text{N} \cdot \text{m}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ **(2p)**

2. O cantitate dată de gaz ideal efectuează un proces ciclic reprezentat în coordonate (p,T) în figura alăturată. Valoarea maximă a densității gazului se atinge în starea:



a. 1
b. 2
c. 3
d. 4.

(5p)

3. În cilindrul unui motor termic are loc comprimarea rapidă a unui gaz ideal în următoarele condiții: raportul dintre volumul inițial şi volumul final $(V_i / V_f) = 10$, iar raportul dintre presiunea inițială şi cea finală $(p_i / p_f) = 0{,}04$. Dacă temperatura inițială este $T_i = 300\,\text{K}$, temperatura finală are valoarea:

a. 350 K **b.** 500 K **c.** 600 K **d.**750 K **(3p)**

4. Coeficienții calorici în transformările izotermă şi adiabatică suferite de un gaz sunt:
a. zero în ambele transformări;
b. infiniți în ambele transformări;
c. zero în transformarea izotermă şi infinit în transformarea adiabatică;
d. infinit în transformarea izotermă şi zero în transformarea adiabatică. **(3p)**

5. Lucrul mecanic efectuat de un gaz ideal este nul într-un proces:

a. izoterm **b.** izocor **c.** izobar **d.** adiabatic **(2p)**

B. SUBIECTUL II – **(15 puncte)**

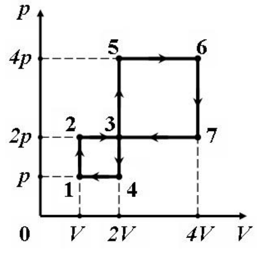
Rezolvați următoarea problemă:

Într-o butelie de volum $V = 30\,\ell$ se află heliu ($\mu_{He} = 4 \cdot 10^{-3}\,\text{kg/mol}$) la presiunea $p = 8{,}31 \cdot 10^5\,\text{Pa}$ şi temperatura $t = 27^0\text{C}$. În butelie se mai introduce hidrogen molecular $(\mu_{H_2} = 2 \cdot 10^{-3}\,\text{kg/mol})$ cu masa $m_2 = 4\,\text{g}$, masa de heliu şi temperatura rămânând neschimbate. Amestecul poate fi considerat gaz ideal, iar pereții buteliei rezistă până la presiunea $p_{\max} = 12{,}465 \cdot 10^5\,\text{Pa}$. Determinați:
a. masa heliului din butelie;
b. presiunea din butelie după introducerea hidrogenului;
c. temperatura maximă, până la care poate fi încălzită accidental butelia după introducerea hidrogenului;
d. raportul densităților medii ale amestecului înainte şi după încălzire.

B. SUBIECTUL III – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Două motoare termice funcționează cu aceeaşi cantitate de gaz ideal monoatomic, $(\gamma = 5/3)$, după ciclurile I (12341), respectiv II (35673), reprezentate în coordonate *p-V* în figura alăturată.



a. Reprezentați grafic aceste procese ciclice în aceeaşi diagramă $V - T$.
b. Calculați raportul energiilor interne ale gazului U_6 / U_1.
c. Determinați raportul lucrurilor mecanice totale, $L_{\text{I}} / L_{\text{II}}$, schimbate de gazul ideal cu mediul exterior în cele două procese ciclice.
d. Determinați raportul căldurilor totale schimbate de gazul ideal cu mediul exterior în cele două procese ciclice, $Q_{\text{I}} / Q_{\text{II}}$.

Varianta 85 - termodinamica

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

Se consideră: numărul lui Avogadro $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23}\,\text{mol}^{-1}$, constanta gazelor ideale $R = 8{,}31\dfrac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$. Între parametri de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația: $p \cdot V = \nu RT$. Exponentul adiabatic este definit prin relația: $\gamma = \dfrac{C_P}{C_V}$

SUBIECTUL I - **(15 puncte)**

Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului considerat corect.

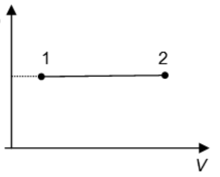
1. Dintre mărimile fizice de mai jos, mărime fizică de proces este:
a. temperatura **b.** căldura **c.** volumul **d.** presiunea **(2p)**

2. Simbolurile mărimilor fizice fiind cele utilizate în manualele de fizică, expresia de mai jos care are aceeaşi unitate de măsură ca şi temperatura este:
a. $Q/(\nu R)$ **b.** $Q\nu R$ **c.** QR **d.** Q/R **(3p)**

3. Procesul termodinamic în care căldura absorbită de la o sursă termică este transformată integral în lucru mecanic este:
a. comprimare izobară;
b. comprimare izotermă;
c. destindere adiabatică;
d. destindere izotermă. **(5p)**

4. O cantitate constantă de gaz ideal se destinde după legea $pV^2 = \text{const.}$ În cursul procesului temperatura gazului:
a. creşte **b.** scade **c.** rămâne constantă **d.** creşte apoi scade **(3p)**

5. O cantitate constantă de gaz ideal având exponentul adiabatic $\gamma = 1{,}4$ descrie o transformare care se reprezintă într-un sistem de coordonate *p-V* ca în figura alăturată. Căldura schimbată de gaz cu mediul exterior în cursul transformării este $Q = 140\,\text{J}$. Variația energiei interne a gazului are valoarea:



a. 80 J
b. 90 J
c. 100 J
d. 110 J **(2p)**

B. SUBIECTUL II – **(15 puncte)**

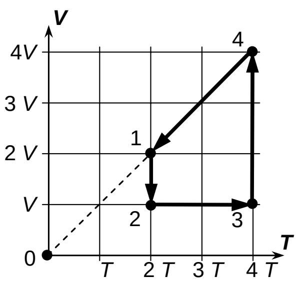
Rezolvați următoarea problemă:

O butelie de volum $V = 8{,}31\,\text{dm}^3$ conține $m_1 = 16\,\text{g}$ de oxigen şi $m_2 = 14\,\text{g}$ de azot la temperatura $t = 27^0\text{C}$. Oxigenul şi azotul, considerate gaze ideale, au masele molare $\mu_1 = 32\,\text{kg/kmol}$ şi respectiv $\mu_2 = 28\,\text{kg/kmol}$. Determinați:
a. cantitatea de oxigen din butelie;
b. numărul de molecule de azot din butelie;
c. masa molară a amestecului;
d. presiunea gazului din butelie.

B. SUBIECTUL III – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Într-un corp de pompă se află o cantitate constantă de gaz, presupus ideal; acesta urmează transformarea ciclică 12341, în care volumul *V* depinde de temperatura absolută *T* aşa cum se arată în graficul alăturat. Cunoscând exponentul adiabatic al gazului ($\gamma = \dfrac{5}{3}$) şi căldura schimbată de gaz cu exteriorul în transformarea 23 ($Q_{23} = 150\,\text{J}$), calculați:



a. rapoartele $\dfrac{p_2}{p_1}, \dfrac{p_3}{p_2}, \dfrac{p_4}{p_3}, \dfrac{p_1}{p_4}$;
b. căldura Q_{41} schimbată de gaz cu exteriorul în procesul 41;
c. raportul $x = \dfrac{L_{12}}{L_{34}}$ dintre lucrul mecanic schimbat de gaz cu exteriorul în transformarea 12 şi în transformarea 34;
d. raportul $y = \dfrac{\Delta U_{23}}{\Delta U_{41}}$ dintre variațiile energiei interne a gazului în transformările 23 şi 41.

Varianta 86 - termodinamica

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

Se consideră: numărul lui Avogadro $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}\,\text{mol}^{-1}$, constanta gazelor ideale $R = 8,31\frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$. Între parametri de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația: $p \cdot V = \nu RT$. Exponentul adiabatic este definit prin relația: $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

SUBIECTUL I - **(15 puncte)**

Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului considerat corect.

1. Ştiind că simbolurile unităților de măsură sunt cele utilizate în manualele de fizică unitatea de măsură în S.I. a căldurii specifice este:

a. $\frac{\text{J}}{\text{kmol} \cdot \text{K}}$ **b.** $\frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$ **c.** $\frac{\text{J}}{\text{K}}$ **d.** $\frac{\text{J}}{\text{kg}}$ **(2p)**

2. Un gaz ideal trece din starea inițială de temperatură T_1 în starea finală de temperatură T_3 prin două transformări succesive: o încălzire izocoră urmată de o destindere izobară. Variația energiei interne în acest proces este:

a. $\Delta U = \upsilon C_V(T_2 - T_1) + \upsilon C_p(T_3 - T_2)$

b. 0

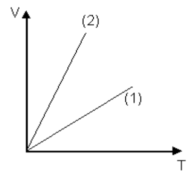
c. $\Delta U = \upsilon C_V(T_3 + 2T_2 - T_1)$

d. $\Delta U = \upsilon C_V(T_3 - T_1)$ **(3p)**

3. Dacă notațiile sunt cele utilizate în manualele de fizică, expresia energiei interne a gazului ideal monoatomic poate fi exprimată sub forma:

a. $U = \upsilon \cdot R \cdot T$ **b.** $U = \upsilon \cdot R \cdot \Delta T$ **c.** $U = \frac{3}{2}\upsilon \cdot R \cdot \Delta T$ **d.** $U = \frac{3}{2}\upsilon \cdot R \cdot T$ **(3p)**

4. O aceeaşi cantitate de gaz ideal suferă transformări izobare la presiunile p_1, respectiv p_2. Variația volumului gazului în funcție de temperatură în fiecare dintre cele două transformări este redată în figura alăturată. Între presiunile p_1 şi p_2 există relația:



a. $p_1 < p_2$

b. $p_1 = p_2$

c. $p_1 > p_2$

d. $p_1 = p_2 / 2$. **(5p)**

5. O cantitate $\upsilon = 4\,\text{moli}$ de gaz ideal diatomic ($C_V = \frac{5}{2}R$) aflat la temperatura $T_1 = 600\,\text{K}$ este răcit adiabatic până la temperatura $T_2 = 300\,\text{K}$. Lucrul mecanic schimbat de gaz cu exteriorul este aproximativ egal cu:

a. 30,5 kJ **b.** 24,9 kJ **c.** -24,9 kJ **d.** -30,5 kJ. **(2p)**

B. SUBIECTUL II – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Un gaz ideal este închis într-un recipient de volum constant $V = 20\,\text{cm}^3$ la presiunea $p = 1{,}5 \cdot 10^5\,\text{Pa}$ şi temperatura $t = 27^0\text{C}$. Cunoscând masa molară a gazului $\mu = 32\,\text{g/mol}$, determinați:

a. masa gazului din recipient;

b. numărul total de molecule de gaz din recipient;

c. densitatea gazului din incintă;

d. temperatura la care este încălzit gazul dacă presiunea lui devine $p_1 = 4{,}5 \cdot 10^5\,\text{Pa}$.

B. SUBIECTUL III – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Un motor termic funcționează după un ciclu format din 2 transformări izoterme şi 2 transformări adiabatice: $1 \to 2$ şi $3 \to 4$ izoterme, respectiv $2 \to 3$ şi $4 \to 1$ adiabate. Motorul are ca substanță de lucru un gaz ideal monoatomic ($C_V = \frac{3}{2}R$). Temperatura la începutul comprimării izoterme este $T_c = 300\,\text{K}$, de-a lungul unui ciclu gazul efectuează lucrul mecanic $L = 10^3\,\text{J}$ absorbind căldura $Q_1 = 1500\,\text{J}$, iar lucrul mecanic efectuat de un mol de gaz în timpul destinderii adiabatice este $L_{23} = 7{,}479\,\text{kJ}$.

a. Calculați căldura cedată de substanța de lucru pe parcursul unui ciclu;

b. Calculați temperatura gazului la care are loc transformarea $1 \to 2$;

c. Determinați valoarea lucrului mecanic primit de un mol de gaz în cursul comprimării adiabatice;

d. Demonstrați că între volumele V_1, V_2, V_3, V_4 există relația $V_1 \cdot V_3 = V_2 \cdot V_4$.

Variante 87 - termodinamica

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

Se consideră: numărul lui Avogadro $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23} \text{mol}^{-1}$, constanta gazelor ideale $R = 8{,}31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$. Între parametri de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația: $p \cdot V = \nu RT$. Exponentul adiabatic este definit prin relația: $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

SUBIECTUL I - **(15 puncte)**

Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului considerat corect.

1. Masa molară a unei substanțe reprezintă:

a. masa unei cantități de substanță ce ocupă volumul $V_{\mu 0} = 22{,}4 \text{m}^3/\text{kmol}$.

b. masa unei cantități de substanță egală cu a 12-a parte din masa atomică a $^{12}_{6}C$.

c. masa unei cantități de substanță ce conține 12g de $^{12}_{6}C$.

d. masa unei cantități de substanță ce conține un număr de molecule egal cu numărul lui Avogadro. **(2p)**

2. Aceeaşi cantitate de căldură este necesară pentru a mări temperatura unei mase $m_1 = 1\text{kg}$ de apă de la $t_1 = 25^0\text{C}$ la $t_1 = 25^0\text{C}$ ca şi pentru a încălzi cu $\Delta t = 100^0\text{C}$ un corp. Căldura specifică a apei fiind egală cu $c_a \cong 4200 \text{J/(kg} \cdot \text{K)}$, capacitatea calorică a corpului este egală cu:

a. 840J/K **b.** 420J/K **c.** 210J/K **d.** 150J/K **(3p)**

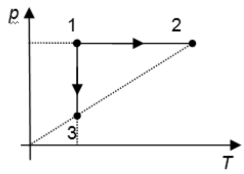
3. O butelie conține o masă $m_1 = 2\text{kg}$ de heliu ($\mu_1 = 4\text{g/mol}$). Numărul de molecule de heliu aflate în vas este aproximativ:

a. $3 \cdot 10^{26}$ **b.** $6 \cdot 10^{26} \text{kmol}^{-1}$ **c.** $3 \cdot 10^{23} \text{mol}^{-1}$ **d.** $6 \cdot 10^{23}$ **(3p)**

4. În timpul admisiei, într-un cilindru cu piston al unui motor Diesel pătrunde:

a. benzină **b.** aer **c.** motorină **d.** aer şi motorină **(2p)**

5. Plecând din aceeaşi stare inițială de echilibru termodinamic 1, o cantitate dată de gaz ideal îşi poate dubla volumul prin două procese termodinamice distincte:1-2, respectiv 1-3. Raportul dintre lucrul mecanic efectuat în procesul 1-2 (L_{12}) şi lucrul mecanic efectuat în procesul 1-3 (L_{13}) este egal cu:



a. 2

b. $2 \cdot \ln 2$

c. $1/\ln 2$

d. $1/2$ **(5p)**

B. SUBIECTUL II – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

O butelie cu volumul $V = 50\,\text{dm}^3$ conține azot, considerat gaz ideal, ($\mu = 28\,\text{g/mol}$) la temperatura $t = 7^0\text{C}$. Robinetul buteliei nu este închis etanş, astfel încât, în timp, se pierde gaz. Presiunea azotului din butelie în starea inițială are valoarea $p = 831\ \text{kPa}$.

a. Determinați masa de azot din butelie în starea inițială.

b. Determinați cantitatea de azot rămasă în butelie dacă 20% din masa de gaz existentă inițial a ieşit din butelie.

c. Determinați numărul de molecule de azot care au părăsit butelia în condițiile precizate la punctul **b.**

d. Presupunând că după ce a ieşit o cantitate de azot din butelie presiunea gazului nu s-a modificat, precizați, justificând răspunsul, cum s-a modificat temperatura gazului.

B. SUBIECTUL III – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

O cantitate $\upsilon = 10\,\text{mol}$ de oxigen ($\mu = 32 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$), considerat gaz ideal, efectuează o transformare ciclică ABCA. Transformarea AB are loc la presiune constantă, transformarea BC la volum constant, iar transformarea CA are loc la temperatură constantă. Presiunea în starea A are valoarea $p_A = 4 \cdot 10^5\,\text{Pa}$. Volumul ocupat de gaz în starea B este de două ori mai mare decât volumul din starea A. Se cunoaşte valoarea densității gazului în starea A, $\rho_A = 3{,}2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$, $\gamma_{\text{oxigen}} = \frac{7}{5}$ şi ln 2=0,69.

a. Reprezentați grafic, procesul ciclic descris de gaz într-un sistem de coordonate $p - V$.

b. Determinați lucrul mecanic schimbat de gaz cu mediul exterior în transformarea ciclică, precizând dacă este primit sau cedat

c. Calculați valoarea căldurii cedate de gaz mediului exterior în transformarea ciclică.

d. Calculați variația energiei interne a gazului în transformarea AB.

Varianta 88 - termodinamica

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

Se consideră: numărul lui Avogadro $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23}\,\text{mol}^{-1}$, constanta gazelor ideale $R = 8{,}31\dfrac{\text{J}}{\text{mol}\cdot\text{K}}$. Între parametri de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația: $p \cdot V = \nu RT$. Exponentul adiabatic este definit prin relația: $\gamma = \dfrac{C_P}{C_V}$

SUBIECTUL I - **(15 puncte)**

Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului considerat corect.

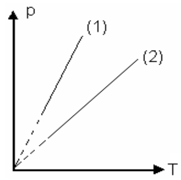
1. Ținând seama de simbolurile unităților de măsură folosite în manuale**,** unitatea de măsură în S.I., a mărimii fizice a cărei expresie are forma $\dfrac{\Delta U + L}{\nu \Delta T}$ este:

a. $\text{J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ **b.** J/kg **c.** J/kmol **d.** $\text{J}/(\text{mol}\cdot\text{K})$ **(2p)**

2. Într-un proces termodinamic în care temperatura rămâne constantă, gazul trece din starea de echilibru (1), caracterizată de parametrii p_1 şi V_1, în starea de echilibru (2), caracterizată de parametrii p_2 şi V_2. Este adevărată relația:

a. $\dfrac{p_1}{V_1} = \dfrac{p_2}{V_2}$ **b.** $V_2 = V_1\dfrac{p_2}{p_1}$ **c.** $\dfrac{p_1}{V_2} = \dfrac{p_2}{V_1}$ **d.** $p_2 = p_1\dfrac{V_2}{V_1}$ **(2p)**

3. În figură sunt reprezentate, în coordonate *p-T*, două transformări izocore pentru mase egale din acelaşi tip de gaz ideal. Despre volumele V_1 şi V_2 ocupate de gaz în cele două transformări se poate afirma că:



a. $V_2 > V_1$

b. $V_2 = V_1$

c. $V_2 < V_1$

d. $2V_2 = V_1$ **(3p)**

4. Densitatea unui gaz care are masa molară 16,62 g/mol şi presiunea $p = 10^4$ Pa la temperatura $\theta = -23^\circ\text{C}$ este egală cu:

a. $0{,}02\ \text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ **b.** $0{,}04\ \text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ **c.** $0{,}066\ \text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ **d.** $0{,}08\ \text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ **(3p)**

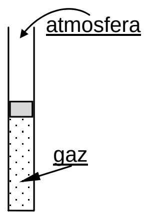
5. Căldura molară la volum constant pentru un gaz ideal monoatomic este 1,5*R*. Raportul dintre căldura primită de un gaz ideal monoatomic într-o transformare izobară şi lucrul mecanic efectuat de forța de presiune este egal cu:

a. 2,5 **b.** 2 **c.** 1,5 **d.** 1. **(5p)**

B. SUBIECTUL II – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Un număr $N = 21{,}07 \cdot 10^{23}$ atomi cu masa atomică relativă $m_r = 4$ ai unui gaz se găsesc într-un tub vertical de secțiune $S = 8{,}31\ \text{dm}^2$, redat în figura alăturată. Gazul, considerat ideal, este separat de atmosferă printr-un piston etanş, de masă neglijabilă care se poate deplasa fără frecare. Presiunea atmosferică are valoarea $p_0 = 10^5$ Pa iar temperatura gazului este de $\theta_1 = 27^\circ\text{C}$. Determinați:



a. masa molară a gazului din care provin atomii din tub;

b. masa gazului din tub;

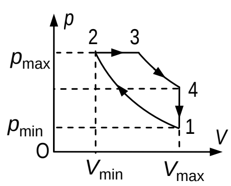
c. lungimea coloanei de gaz în condițiile inițiale;

d. lungimea coloanei de gaz în momentul în care acesta are temperatura $\theta_2 = 47^0\text{C}$ ca urmare a încălzirii sale lente, presupunând că tubul este suficient de lung.

B. SUBIECTUL III – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Funcționarea motorului Diesel are la bază procesul ciclic redat în figura alăturată. Gazul are căldura molară la volum constant $C_V = 2{,}5\,R$ şi parametrii în starea (1): $p_1 = 10^5$ Pa, $V_1 = 16{,}62\ \text{dm}^3$ şi $\theta_1 = 27^\circ\text{C}$. Pe parcursul procesului ciclic, $T_2 = 2{,}8\,T_1$, $T_3 = 5{,}56\,T_1$.



a. Folosind diagrama, prezentați fenomenele care au loc în cilindru pe parcursul timpului III de funcționare al motorului şi argumentați afirmația că acest timp este *timpul motor*.

b. Aflați energia internă a gazului în starea (1).

c. Determinați lucrul mecanic schimbat de gaz cu exteriorul pe parcursul comprimării adiabatice.

d. Calculați căldura primită de gaz.

Varianta 89 - termodinamica

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

Se consideră: numărul lui Avogadro $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23} \text{mol}^{-1}$, constanta gazelor ideale $R = 8{,}31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$. Între parametri de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația: $p \cdot V = \nu RT$. Exponentul adiabatic este definit prin relația: $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

SUBIECTUL I - **(15 puncte)**

Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului considerat corect.

1. Folosind notațiile din manualele de fizică, numărul de moli de substanță se poate determina cu ajutorul relației:

a. $\nu = \mu / m$ **b.** $\nu = N / N_A$ **c.** $\nu = pT$ **d.** $\nu = 1 / N_A$ **(2p)**

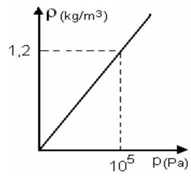
2. Într-un proces termodinamic ciclic, variația energiei interne ΔU a unui gaz ideal este, pe întregul ciclu:

a. $\Delta U = Q$ **b.** $\Delta U = L$ **c.** $\Delta U = 0$ **d.** $\Delta U = Q + L$ **(3p)**

3. Unitatea de măsură din S.I. a mărimii egale cu produsul dintre cantitatea de substanță şi variația de temperatură este aceeaşi cu a mărimii egale cu raportul dintre:

a. căldură şi căldură specifică
b. căldură specifică şi căldură
c. căldură şi căldură molară
d. căldură molară şi căldură **(3p)**

4. În graficul, din figura alăturată este reprezentată dependența densității oxigenului $(\mu = 32 \text{g/mol})$ de presiunea gazului, menținut la temperatură constantă. Temperatura pentru care a fost trasată această dependență este de aproximativ:



a. $T = 273 \text{K}$
b. $T = 320 \text{K}$
c. $T = 400 \text{K}$
d. $T = 1273 \text{K}$ **(5p)**

5. Energia internă a unui gaz ideal este o mărime fizică:

a. de stare **b.** de proces **c.** vectorială **d.** adimensională **(2p)**

B. SUBIECTUL II – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

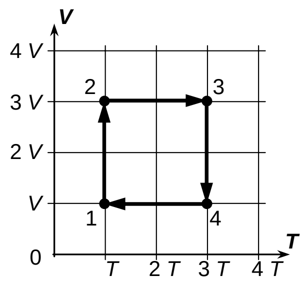
Într-o butelie cu volumul $V = 28 \text{dm}^3$ se află azot $\left(\mu_{N_2} = 28 \cdot 10^{-3} \text{kg/mol}\right)$ la temperatura $t = 7^0\text{C}$ şi presiunea $p = 831 \text{ kPa}$. Dacă se deschide robinetul buteliei, gazul iese din butelie atât timp cât presiunea gazului este mai mare decât presiunea atmosferică $p_0 = 10^5 \text{ Pa}$. Se admite că temperatura gazului nu se modifică. Determinați:

a. numărul de molecule de azot din butelie înainte de deschiderea robinetului;
b. densitatea azotului din butelie în starea inițială;
c. cantitatea de azot rămasă în butelie după deschiderea robinetului;
d. raportul dintre masa gazului rămas în butelie şi masa gazului care a ieşit din butelie când robinetul este deschis.

B. SUBIECTUL III – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Într-un corp de pompă se află o cantitate constantă de gaz, presupus ideal; acesta urmează transformarea ciclică 12341, în care volumul V depinde de temperatura absolută T aşa cum se arată în graficul alăturat. Cunoscând exponentul adiabatic al gazului ($\gamma = \frac{5}{3}$) şi căldura schimbată de gaz cu exteriorul în transformarea 23 ($Q_{23} = 150 \text{ J}$), calculați:



a. rapoartele $\frac{p_2}{p_1}, \frac{p_3}{p_2}, \frac{p_4}{p_3}, \frac{p_1}{p_4}$;

b. căldura Q_{41} schimbată de gaz cu exteriorul în procesul 41;

c. raportul $x = \frac{L_{12}}{L_{34}}$ dintre lucrul mecanic schimbat de gaz cu exteriorul în transformarea 12 şi în transformarea 34;

d. raportul $y = \frac{\Delta U_{23}}{\Delta U_{41}}$ dintre variațiile energiei interne a gazului în transformările 23 şi 41.

Varianta 90 - termodinamica

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

Se consideră: numărul lui Avogadro $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23}\,\text{mol}^{-1}$, constanta gazelor ideale $R = 8{,}31\dfrac{\text{J}}{\text{mol}\cdot\text{K}}$. Între parametri de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația: $p \cdot V = \nu RT$. Exponentul adiabatic este definit prin relația: $\gamma = \dfrac{C_P}{C_V}$

SUBIECTUL I - **(15 puncte)**

Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului considerat corect.

1. Două bile din fier, aflate la temperaturi diferite, sunt puse în contact. Neglijând efectele dilatării, între cele două bile are loc schimb de:

a. lucru mecanic **b.** substanță **c.** căldură **d.** temperatură **(2p)**

2. Căldura molară izobară a unui gaz ideal având exponentul adiabatic egal cu 1,5 este aproximativ:

a. $24{,}9\dfrac{\text{J}}{\text{kmol}\cdot\text{K}}$ **b.** $22\dfrac{\text{J}}{\text{kmol}\cdot\text{K}}$ **c.** $24{,}9\dfrac{\text{J}}{\text{mol}\cdot\text{K}}$ **d.** $22\dfrac{\text{J}}{\text{mol}\cdot\text{K}}$ **(3p)**

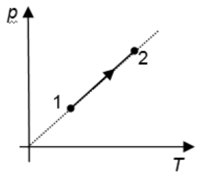
3. Un motor termic funcționează pe baza unui proces ciclic pe parcursul căruia primeşte căldură de la un corp cu temperatura T_1 şi cedează căldură altui corp cu temperatura T_2. Relația dintre aceste temperaturi este:

a. $T_1 < T_2$ **b.** $T_1 \le T_2$ **c.** $T_1 \ge T_2$ **d.** $T_1 > T_2$ **(5p)**

4. În două incinte de volume V şi $2V$ se află acelaşi tip de gaz considerat ideal. Prima incintă conține 1kmol de gaz la temperatura T_1, iar a doua incintă conține 6 kmoli de gaz la temperatura T_2, presiunea fiind aceeaşi. Precizați relația corectă dintre temperaturi:

a. $T_1 = T_2$ **b.** $T_1 = 3T_2$ **c.** $T_1 = 6T_2$ **d.** $T_1 = \dfrac{1}{6}T_2$ **(3p)**

5. O cantitate dată de gaz ideal monoatomic ($C_V = \dfrac{3}{2}R$) este supusă transformării 1-2 reprezentată în sistemul de coordonate *p-T* ca în figura alăturată. Energia internă a gazului creşte cu 8,31 J. Căldura primită de gaz are valoarea:



a.20,78 J
b.12,46 J
c.8,31 J
d.4,16 J **(2p)**

B. SUBIECTUL II – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Un cilindru izolat adiabatic de mediul exterior este împărțit cu ajutorul unui piston termoconductor, inițial blocat, în două compartimente de volume $V_1 = 4\,\ell$ şi $V_2 = 12\,\ell$. Acestea conțin acelaşi gaz, considerat ideal, aflat inițial la presiunile $p_1 = 3 \cdot 10^5\,\text{Pa}$ şi $p_2 = 2 \cdot 10^5\,\text{Pa}$ şi temperaturile $T_1 = 400\,\text{K}$, respectiv $T_2 = 280\,\text{K}$. Determinați:

a. cantitatea de gaz din compartimentul de volum V_1

b. numărul (N) de particule din compartimentul de volum V_2;

c. temperatura de echilibru termic la care ajung gazele;

d. valoarea raportului volumelor ocupate de gaz, dacă pistonul este deblocat după stabilirea echilibrului termic.

B. SUBIECTUL III – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

O cantitate de oxigen cu masa $m = 0{,}1\,\text{kg}$ ocupă inițial volumul $V_1 = 10\,\ell$ la temperatura $t_1 = 127^{\circ}\text{C}$. Gazul este supus unei serii de transformări după cum urmează: 1-transformare izotermă cu dublarea volumului, 2-transformare izobară cu revenire la volumul inițial V_1 şi 3- transformare izocoră cu revenire la presiunea inițială p_1. Se cunosc: $\ln 2 \cong 0{,}693$, $C_V = \dfrac{5}{2}R$ şi $\mu = 32\,\text{kg/kmol}$.

a. Realizați diagrama transformărilor prin care trece gazul în coordonatele *p-V.*

b. Calculați valoarea lucrului mecanic schimbat de gaz cu mediul exterior în transformarea izotermă.

c. Determinați căldura schimbată de gaz cu exteriorul în transformarea izobară.

d. Calculați variația energiei interne a oxigenului în procesul izocor.

Varianta 91 - termodinamica

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

Se consideră: numărul lui Avogadro $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23}\,\text{mol}^{-1}$, constanta gazelor ideale $R = 8{,}31\dfrac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$. Între parametri de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația: $p \cdot V = \nu RT$. Exponentul adiabatic este definit prin relația: $\gamma = \dfrac{C_P}{C_V}$

SUBIECTUL I - **(15 puncte)**

Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului considerat corect.

1. Ştiind că simbolurile unităților de măsură sunt cele utilizate în manualele de fizică unitatea de măsură în S.I. pentru căldura specifică este:

a. $\dfrac{\text{N} \cdot \text{m}}{\text{K}}$ **b.** $\dfrac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$ **c.** $\dfrac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ **d.** $\dfrac{\text{N}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$ **(2p)**

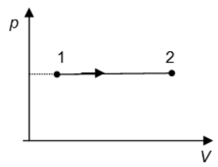
2. Considerând că notațiile sunt cele utilizate în manualele de fizică, relația de calcul a energiei interne a gazului ideal biatomic este:

a. $U = NkT$ **b.** $U = \nu RT$ **c.** $U = \dfrac{3}{2}\nu RT$ **d.** $U = \dfrac{5}{2}\nu RT$ **(5p)**

3. Într-o transformare la presiune constantă a unui mol de gaz ideal biatomic care se încălzeşte de la $27°\text{C}$ la $227°\text{C}$, lucrul mecanic efectuat este:

a. 831 J **b.** 1662 J **c.** 2493 J **d.** 4155 J **(3p)**

4. O cantitate dată de gaz ideal biatomic ($C_V = \dfrac{5}{2}R$) efectuează transformarea $1 \rightarrow 2$ reprezentată în sistemul de coordonate *p*-V în graficul alăturat. Căldura schimbată de gaz cu exteriorul este $Q = 1{,}4\,\text{kJ}$. Lucrul mecanic efectuat de gaz are valoarea:



a. 100 J
b. 200 J
c. 300 J
d. 400 J **(2p)**

5. Dacă unui gaz ideal monoatomic ($C_V = \dfrac{3}{2}R$) îi creşte volumul de 8 ori într-un proces adiabatic ($p \cdot V^{\gamma} = \text{const.}$), presiunea sa:

a. scade de 8 ori **b.** creşte de 8 ori **c.** scade de 32 ori **d.** creşte de 32 ori **(3p)**

B. SUBIECTUL II – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

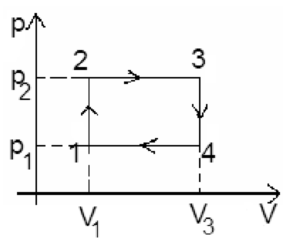
Într-o butelie de volum $V = 10\,\ell$ se află un număr $N_1 = 18{,}06 \cdot 10^{23}$ molecule de oxigen ($\mu_{o_2} = 32\,\text{g/mol}$). Determinați:

a. cantitatea de oxigen din butelie;
b. densitatea oxigenului din butelie;
c. masa unei molecule de oxigen, exprimată în sistemul internațional;
d. masa molară a amestecului obținut după introducerea în butelie a unui număr $N_2 = 24{,}08 \cdot 10^{23}$ atomi de heliu ($\mu_{He} = 4\,\text{g/mol}$);

B. SUBIECTUL III – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Un mol de gaz ideal monoatomic ($C_V = \dfrac{3}{2}R$) evoluează după procesul termodinamic ciclic reprezentat în sistemul de coordonate *p-V* în graficul alăturat. Se ştie că în starea de echilibru termodinamic 1 temperatura este $T_1 = 300\,\text{K}$, iar între parametrii din stări diferite există relațiile: $V_3 = 2V_1$ şi $p_2 = 2\,p_1$. Se cer:



a. reprezentarea grafică într-un sistem de coordonate *V-T* a procesului ciclic;
b. lucrul mecanic schimbat de gaz cu exteriorul în timpul unui ciclu;
c. căldura cedată de gaz în timpul unui ciclu;
d. lucrul mecanic efectuat de gaz într-o transformare $3 \rightarrow 5$, dacă din starea 3 gazul s-ar destinde adiabatic de la temperatura T_3 la temperatura $T_5 = 2T_1$.

Varianta 92 - termodinamica

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

Se consideră: numărul lui Avogadro $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} mol^{-1}$, constanta gazelor ideale $R = 8,31 \frac{J}{mol \cdot K}$. Între parametri de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația: $p \cdot V = \nu RT$. Exponentul adiabatic este definit prin relația: $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

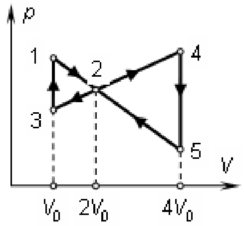
SUBIECTUL I - (15 puncte)

Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului considerat corect.

1. Două sisteme termodinamice se află în echilibru termic dacă au:
a. aceeaşi energie internă;
b. aceeaşi temperatură;
c. aceeaşi presiune;
d. acelaşi număr de moli. **(2p)**

2. Un gaz ideal suferă o transformare în cursul căreia cedează în exterior o căldură de -25 J şi primeşte un lucru mecanic de -5 J. Variația energiei interne a gazului în această transformare este:
a. $\Delta U = +30$ J **b.** $\Delta U = +20$ J **c.** $\Delta U = -20$ J **d.** $\Delta U = -30$ J **(3p)**

3. În figura alăturată sunt reprezentate două procese ciclice $1 \Rightarrow 2 \Rightarrow 3 \Rightarrow 1$ şi $2 \Rightarrow 4 \Rightarrow 5 \Rightarrow 2$ parcurse de un gaz ideal. Între lucrurile mecanice efectuate de gazul ideal în cele două procese ciclice există relația:



a. $L_{2452} = 2 \cdot L_{1231}$
b. $L_{2452} = 3 \cdot L_{1231}$
c. $L_{2452} = 4 \cdot L_{1231}$
d. $L_{2452} = 5 \cdot L_{1231}$ **(5p)**

4. Ciclul idealizat de funcționare al motorului Diesel este format din:
a. două izoterme şi două adiabate
b. două adiabate şi două izocore
c. două izoterme şi două izobare
d. două adiabate o izocoră şi o izobară **(2p)**

5. Ținând cont că simbolurile unităților de măsură sunt cele utilizate în manualele de fizică, unitatea de măsură a căldurii specifice în S.I. este:
a. $\frac{J}{kmol \cdot K}$ **b.** $\frac{J}{kg \cdot K}$ **c.** $\frac{J}{K}$ **d.** $\frac{J}{kg}$ **(3p)**

B. SUBIECTUL II – (15 puncte)

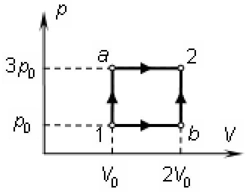
Rezolvați următoarea problemă:

Un student doreşte să realizeze un amestec de oxigen O_2 şi azot N_2 (gaze cu comportare presupusă ideală) a cărui masă molară să fie $\mu = 29$ g/mol. El dispune de două butelii: una conține 64 g de oxigen în condiții normale de presiune şi temperatură ($p_o = 10^5$ Pa, $t_0 = 0^0$C), iar cealaltă conține azot la presiune ridicată şi temperatură t_0. Studentul poate transfera azot din a doua butelie în prima, păstrând constantă masa de oxigen din prima butelie. Cunoscând masele moleculare $\mu_{N_2} = 28$ g/mol, $\mu_{O_2} = 32$ g/mol, calculați (în unități ale S.I.):
a. numărul moleculelor de oxigen din prima butelie;
b. volumul oxigenului din prima butelie;
c. masa de azot pe care studentul trebuie să o introducă în prima butelie pentru a obține amestecul dorit;
d. presiunea finală a amestecului de gaze din prima butelie, presupunând că temperatura de echilibru a amestecului este egală cu t_0.

B. SUBIECTUL III – (15 puncte)

Rezolvați următoarea problemă:

O cantitate constantă de gaz ideal monoatomic ($C_V = \frac{3}{2}R$) este adus dintr-o stare inițială (1) într-o stare finală (2) pe două drumuri diferite: $1 \rightarrow a \rightarrow 2$ şi $1 \rightarrow b \rightarrow 2$, aşa cum se vede în figura alăturată



a. Calculați în funcție de p_0 şi V_0 lucrul mecanic schimbat de gaz cu exteriorul în procesul $1 \rightarrow a \rightarrow 2$.
b. Calculați în funcție de p_0 şi V_0 căldura schimbată de gaz cu exteriorul în procesul $1 \rightarrow b \rightarrow 2$.
c. Scrieți expresia matematică a principiului I al termodinamicii şi utilizați-o pentru a calcula variațiile energiei interne a gazului pe cele două drumuri. Justificați rezultatul obținut.
d. Reprezentați grafic cele două procese descrise în acelaşi sistem de coordonate *p-T*.

Varianta 93 - termodinamica

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

Se consideră: numărul lui Avogadro $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23}\,\text{mol}^{-1}$, constanta gazelor ideale $R = 8{,}31\frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$. Între parametri de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația: $p \cdot V = \nu RT$. Exponentul adiabatic este definit prin relația: $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

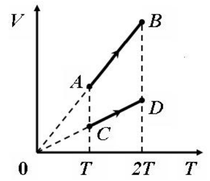
SUBIECTUL I - **(15 puncte)**

Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului considerat corect.

1. Dacă notațiile sunt cele utilizate în manualele de fizică, expresia care are aceeaşi unitate de măsură cu cea a *căldurii molare* este:

a. $Q/\Delta T$ **b.** $Q/(m \cdot \Delta T)$ **c.** $m \cdot c \cdot \Delta T$ **d.** $Q/(\upsilon \cdot \Delta T)$ **(2p)**

2. Un gaz ideal efectuează transformările AB şi CD reprezentate în figura alăturată. Raportul căldurilor schimbate de gaz cu mediul exterior, (Q_{AB}/Q_{CD}), în cele două transformări este:



a. 0,5
b. 1
c. 2
d. 2,5 **(5p)**

3. O cantitate de gaz ideal se destinde izoterm până la volumul $V_2 = 1\ell$. În cursul acestui proces presiunea scade de la $p_1 = 2{,}718 \cdot 10^5\,\text{N/m}^2$ $(2{,}718 = e)$ la $p_2 = 10^5\,\text{N/m}^2$. Lucrul mecanic efectuat de gaz în timpul destinderii are valoarea:

a. 100 J **b.** 150 J **c.** 200 J **d.** 250 K **(3p)**

4. Se amestecă $\upsilon_1 = 4$ moli de hidrogen $(\mu_1 = 2 \cdot 10^{-3}\,\text{kg/mol})$ cu $\upsilon_2 = 3$ moli de heliu $(\mu_2 = 4 \cdot 10^{-3}\,\text{kg/mol})$. Amestecul se află la presiunea $p = 10^5\,\text{N/m}^2$ şi temperatura $t = 27^0\text{C}$. Densitatea amestecului este:

a. $10{,}739\,\text{g/m}^3$ **b.** $45{,}104\,\text{g/m}^3$ **c.** $114{,}6\,\text{g/m}^3$ **d.** $451{,}04\,\text{g/m}^3$ **(2p)**

5. La comprimarea adiabatică a unui gaz ideal, acesta:
a. primeşte lucru mecanic şi se încălzeşte;
b. primeşte lucru mecanic şi se răceşte;
c. cedează lucru mecanic şi se încălzeşte;
d. cedează lucru mecanic şi se răceşte. **(3p)**

B. SUBIECTUL II – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Un vas cu volumul constant $V = 30\,\ell$ este prevăzut cu o supapă ce permite comunicarea cu mediul exterior. În vas se află inițial aer, considerat gaz ideal, la presiunea atmosferică $p_0 = 10^5\,\text{N/m}^2$ şi la temperatura mediului ambiant $t = 27^0\text{C}$.

a. Calcula□i cantitatea inițială de aer din vas, la presiunea $p_0 = 10^5\,\text{N/m}^2$ şi temperatura $t = 27^0\text{C}$.

b. Ştiind că densitatea aerului în condiții normale de presiune şi temperatură $(p_0 \cong 10^5\,\text{N/m}^2;\ t_0 = 0^0\text{C})$ este $\rho_0 = 1{,}3\,\text{kg/m}^3$, calculați masa de aer conținută în vas în starea inițială.

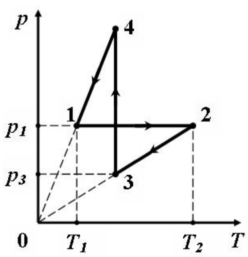
c. Determinați masa de aer care mai trebuie introdusă în vas la temperatura $t = 27^0\text{C}$ pentru ca presiunea din vas să atingă valoarea $p = 2{,}8 \cdot 10^5\,\text{N/m}^2$.

d. Aerul din vas se încălzeşte până ajunge la temperatura $t_1 = 47^0\text{C}$. Determinați numărul de molecule de aer care ies din vas pentru ca presiunea din vas să rămână egală cu $p = 2{,}8 \cdot 10^5\,\text{N/m}^2$.

B. SUBIECTUL III – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

O cantitate dată de gaz ideal monoatomic $(\gamma = 5/3)$ aflat inițial în starea caracterizată de presiunea $p_1 = 10^5\,\text{N/m}^2$, volumul $V_1 = 1\,\ell$ şi temperatura $T_1 = 300\,\text{K}$ efectuează procesul ciclic reprezentat în coordonate *p-T* în figura alăturată. Se cunoaşte că în starea 2 temperatura gazului este $T_2 = 4 \cdot T_1$, în starea 3 presiunea este $p_3 = 0{,}5 \cdot p_1$. Modulul căldurii cedate de gaz într-un ciclu este o fracțiune f din căldura primită de gaz într-un ciclu. Se cunoaşte $\ln 2 = 0{,}693$.



a. Transcrieți procesul ciclic în diagramele $p - V$ şi $V - T$.

b. Calculați lucrul mecanic efectuat de gaz în transformarea izobară.

c. Determinați variația energiei interne a gazului între stările 2 şi 4.

d. Determinați valoarea fracțiunii f.

Varianta 94 - termodinamica

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

Se consideră: numărul lui Avogadro $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23} mol^{-1}$, constanta gazelor ideale $R = 8{,}31 \frac{J}{mol \cdot K}$. Între parametri de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația: $p \cdot V = \nu RT$. Exponentul adiabatic este definit prin relația: $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

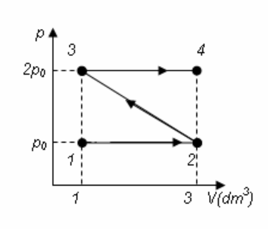
SUBIECTUL I - (15 puncte)

Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului considerat corect.

1. Un înveliş adiabatic:
a. nu permite schimb de căldură cu mediul exterior;
b. nu permite schimb de lucru mecanic cu mediul exterior;
c. permite schimb de căldură cu mediul exterior;
d. nu permite modificarea energiei interne a sistemului. **(2p)**

2. Exponentul adiabatic al unui gaz ideal este $\gamma = 1{,}4$. Căldura molară la presiune constantă pentru acest gaz are valoarea:
a. 11,95 J/(mol·K) **b.** 14,085 J/(mol·K) **c.** 20,895 J/(mol·K) **d.** 29,085 J/(mol·K) **(3p)**

3. O cantitate constantă de gaz ideal suferă succesiunea de transformări 1234 reprezentate grafic în figura alăturată. Cunoscând faptul că $p_0 = 10^5$ N/m^2, lucrul mecanic total schimbat de gaz cu mediul exterior are valoarea:



a. -200 J
b. -300 J
c. 200J
d. 300J **(5p)**

4. Un gaz ideal cedează căldură mediului exterior pe parcursul unei:
a. destinderi izobare;
b. comprimări adiabatice;
c. transformări izocore în care presiunea creşte;
d. comprimări izoterme. **(3p)**

5. O masă $m = 2{,}9$ g de aer ($\mu \cong 29$ g/mol) a fost încălzită cu $\Delta T = 200$ K primind căldura $Q = 700$ J. Lucrul mecanic efectuat de gaz ($C_V = \frac{5}{2}R$) are valoarea:
a. 118,3 J **b.** 201,4 J **c.** 284,5 J **d.** 450,7 J **(2p)**

B. SUBIECTUL II – (15 puncte)

Rezolvați următoarea problemă:

O butelie cu volumul $V = 40\,\ell$ conține inițial o masă $m_1 = 140$ g de azot ($\mu = 28 \cdot 10^{-3}$ kg/mol), considerat gaz ideal, la presiunea $p_1 = 3 \cdot 10^5$ Pa. În butelie se adaugă apoi încă $m_2 = 70$ g azot şi se constată că temperatura gazului devine $t_2 = 27^oC$. Determinați:
a. temperatura inițială a gazului din butelie;
b. densitatea inițală a gazului din butelie;
c. presiunea gazului din butelie în starea finală;
d. numărul de molecule de azot existente în butelie în starea finală.

B. SUBIECTUL III – (15 puncte)

Rezolvați următoarea problemă:

Un piston care se poate mişca fără frecări într-un cilindru orizontal separă de mediul exterior un volum $V_1 = 10\,\ell$ de gaz ideal ($C_V = \frac{5}{2}R$) la temperatura $t_1 = 27^oC$ şi presiunea $p_1 = 1$ atm $(\cong 10^5 N/m^2)$. Inițial pistonul este în echilibru. Încălzind gazul închis în cilindru pistonul se deplasează lent. Când temperatura devine $T_2 = 900$ K, pistonul se blochează. Aerul din cilindru este încălzit în contiuare până când presiunea devie $p_3 = 2$ atm.
a. Determinați lucrul mecanic efectuat de gaz în timpul deplasării pistonului;
b. Calculați variația energiei interne a gazului în timpul deplasării pistonului;
c. Determinați căldura transmisă gazului din momentul blocării pistonului până când presiunea acestuia devine $p_3 = 2$ atm.
d. Reprezentați în sistemul de coordonate *p-V* procesele suferite de gaz.

Varianta 95 - termodinamica

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

Se consideră: numărul lui Avogadro $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23}\,\text{mol}^{-1}$, constanta gazelor ideale $R = 8{,}31\dfrac{\text{J}}{\text{mol}\cdot\text{K}}$. Între parametri de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația: $p \cdot V = \nu RT$. Exponentul adiabatic este definit prin relația: $\gamma = \dfrac{C_P}{C_V}$

SUBIECTUL I - (15 puncte)

Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului considerat corect.

1. Ştiind că simbolurile unităților de măsură sunt cele utilizate în manualele de fizică, unitatea de măsură a masei molare în S.I. este:

a. g **b.** mol **c.** mol/kg **d.** kg/mol **(2p)**

2. Ținând cont că simbolurile mărimilor fizice sunt cele utilizate în manualele de fizică, relația $\Delta U = \nu C_V \Delta T$ este valabilă:

a. numai în procesele izocore ale gazului ideal;
b. în orice proces termodinamic suferit de un gaz considerat ideal;
c. în procesele în care $Q \neq 0$;
d. numai în procesele izoterme suferite de un gaz considerat ideal. **(3p)**

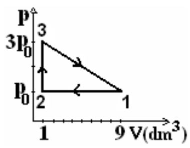
3. Într-un vas se află închis hidrogen ($\mu = 2 \cdot 10^{-3}$ kg/mol) la presiunea $p = 10^5$ Pa şi temperatura $t = 27^0\text{C}$. Densitatea hidrogenului din vas este aproximativ:

a. $0{,}06\,\text{kg/m}^3$ **b.** $0{,}08\,\text{kg/m}^3$ **c.** $0{,}1\,\text{kg/m}^3$ **d.** $0{,}5\,\text{kg/m}^3$ **(5p)**

4. Într-o transformare izobară ($p = \text{const}$) a unui gaz ideal se constată că lucrul mecanic este de 3 ori mai mic decât căldura primită de gaz. Căldura molară izocoră a gazului este:

a. $8{,}31\dfrac{\text{J}}{\text{mol}\cdot\text{K}}$ **b.** $12{,}42\dfrac{\text{J}}{\text{mol}\cdot\text{K}}$ **c.** $16{,}62\dfrac{\text{J}}{\text{mol}\cdot\text{K}}$ **d.** $24{,}23\dfrac{\text{J}}{\text{mol}\cdot\text{K}}$ **(3p)**

5. Lucrul mecanic schimbat cu mediul exterior de un gaz ideal ($p_0 = 10^5\,\text{N/m}^2$) în transformarea ciclică ilustrată în figura alăturată este:



a. 360 J
b. 800 J
c. 1200 J
d. 1600 J
(2p)

B. SUBIECTUL II – (15 puncte)

Rezolvați următoarea problemă:

Într-un aerostat se află un amestec de azot N_2, oxigen O_2 şi ozon O_3 (gaze cu comportare considerată ideală) la presiunea $p = 0{,}9p_0$ şi temperatura $t = -9$°C. Masele azotului şi oxigenului reprezintă, respectiv, 70% şi 27% din masa amestecului. Cunoscând masele molare $\mu_{N_2} = 28$ g/mol, $\mu_{O_2} = 32$ g/mol, şi $p_0 = 10^5\,\text{N/m}^2$ calculați (în unități ale S.I.):

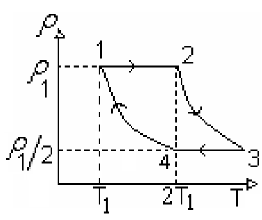
a. masa m_{01} a moleculei de azot şi masa molară μ_{O_3} a ozonului;
b. masa molară medie amestecului din aerostat;
c. densitatea amestecului din aerostat;
d. masa molară a amestecului din aerostat dacă toate moleculele de ozon s-ar transforma în oxigen O_2. Interpretați rezultatul.

Ministerul Educației, Cercetării şi Inovării
Centrul Național pentru Curriculum şi Evaluare în Învățământul Preuniversitar

B. SUBIECTUL III – (15 puncte)

Rezolvați următoarea problemă:

Un mol de heliu cu exponentul adiabatic $\gamma = \dfrac{5}{3}$ se găseşte la presiunea $p_1 = 2 \cdot 10^5\,\text{N/m}^2$ şi volumul $V_1 = 4\,\text{dm}^3$. Gazul suferă o transformare ciclică în care dependența densității gazului de temperatură este ilustrată în figura alăturată. În procesele $2 \to 3$ şi $4 \to 1$ densitatea şi temperatura absolută variază astfel încât $\rho \cdot T = \text{ct}$, iar în transformarea $1 \to 2$ temperatura se dublează.



a. Reprezentați ciclul în sistemul de coordonate *p-V*.
b. Determinați căldura primită de heliu în procesul $1 \to 2 \to 3$.
c. Calculați variația energiei interne în procesul $3 \to 4 \to 1$.
d. Calculați lucrul mecanic schimbat de gaz cu exteriorul în transformarea $4 \to 1$

Varianta 96 - termodinamica

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

Se consideră: numărul lui Avogadro $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23}\,\text{mol}^{-1}$, constanta gazelor ideale $R = 8{,}31\dfrac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$. Între parametri de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația: $p \cdot V = \nu RT$. Exponentul adiabatic este definit prin relația: $\gamma = \dfrac{C_P}{C_V}$

SUBIECTUL I - **(15 puncte)**

Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului considerat corect.

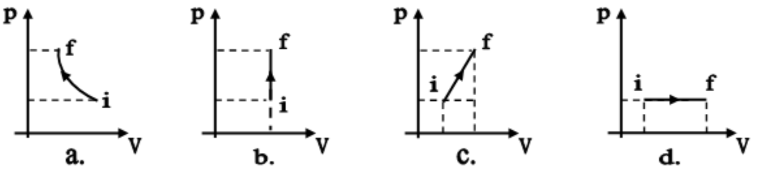
1. Ştiind că simbolurile unităților de măsură sunt cele utilizate în manualele de fizică, unitatea de măsură în S.I. a capacității calorice a unui corp este:

a. $\dfrac{\text{J}}{\text{K}}$ **b.** $\dfrac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ **c.** $\dfrac{\text{J}}{\text{kmol} \cdot \text{K}}$ **d.** J **(2p)**

2. O masă $m = 50\,\text{g}$ de gaz conține un număr $N = 10^{24}$ de molecule. Masa molară a gazului este aproximativ egală cu:

a. 30 g/mol **b.** 28 g/mol **c.** 18 g/mol **d.** 16 g/mol **(3p)**

3. Dintre graficele reprezentate în figura de mai jos, graficul care redă corect procesul admisiei în cazul ciclului motorul Otto idealizat este:



(3p)

4. Două butelii identice conțin mase egale de heliu ($\mu_1 = 4\,\text{g/mol}$) respectiv metan ($\mu_2 = 16\,\text{g/mol}$) la aceeaşi temperatură. Căldurile molare izocore ale celor două gaze au valorile $C_{V1} = 3 \cdot R/2$, respectiv $C_{V2} = 3 \cdot R$. Raportul energiilor interne ale celor două gaze este egal cu:

a. 8 **b.** 4 **c.** 2 **d.** 1 **(5p)**

5. Un gaz ideal având exponentul adiabatic γ se destinde adiabatic. Parametrii de stare ai gazului în starea inițială sunt p_1, V_1, T_1, iar în starea finală p_2, V_2, T_2. Lucrul mecanic efectuat de gaz în această transformare se poate exprima sub forma:

a. $\dfrac{p_1 \cdot V_1 - p_2 \cdot V_2}{\gamma - 1}$ **b.** $R \cdot \gamma \cdot (T_1 - T_2)$ **c.** $\gamma \cdot (p_2 \cdot V_2 - p_1 \cdot V_1)$ **d.** $\dfrac{R \cdot (T_2 - T_1)}{\gamma - 1}$ **(2p)**

B. SUBIECTUL II – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Un cilindru orizontal de volum $V = 11{,}6\,\text{dm}^3$ este separat în două compartimente printr-un piston uşor, subțire, termoizolant, care se poate deplasa cu frecări neglijabile. Inițial pistonul se află în echilibru la mijlocul cilindrului. Primul compartiment conține azot molecular (N_2) la temperatura $t_1 = 12^0\text{C}$, iar al doilea compartiment conține monoxid de carbon (CO) la temperatura $t_2 = 22^0\text{C}$. Gazele din ambele compartimente se consideră ideale şi se cunosc masele atomice relative ale azotului $m_{r,N} = 14$, carbonului $m_{r,C} = 12$ şi oxigenului $m_{r,O} = 16$.

a. Determinați masele molare ale celor două gaze.

b. Determinați raportul dintre masele de gaz din cele două incinte.

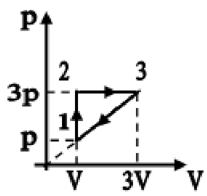
c. Precizați în care dintre incinte se află un număr mai mare de molecule. Justificați răspunsul.

d. Presupunând că gazul din primul compartiment este încălzit cu $\Delta T = 10\,\text{K}$, iar gazul din cel de-al doilea compartiment este menținut la temperatura inițială, precizați ce se întâmplă cu volumul ocupat de azot şi determinați variația acestui volum, dacă raportul maselor celor două gaze este $m_1/m_2 = 59/57$.

Ministerul Educației, Cercetării şi Inovării
Centrul Național pentru Curriculum şi Evaluare în Învățământul Preuniversitar

B. SUBIECTUL III – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:



O cantitate dată de gaz ideal diatomic ($C_V = \dfrac{5}{2}R$) se află într-un cilindru cu piston la temperatura $t_1 = 7^0\text{C}$. Gazul este supus succesiunii de transformări indicate în figura alăturată. Lucrul mecanic efectuat de gaz într-un ciclu este egal cu $L_{1231} = 200\,\text{J}$.

a. Precizați tipul transformărilor 1→2 şi 2→3 din cadrul ciclului indicând parametrul de stare care rămâne constant.

b. Determinați energia internă a gazului în stările 2 şi 3.

c. Precizați în ce transformări se primeşte căldură şi determinați căldura primită de gaz într-un ciclu.

d. Determinați lucrul mecanic schimbat între gaz şi mediul exterior în transformarea 3→1.

Varianta 97 - termodinamica

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

Se consideră: numărul lui Avogadro $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23}\,\text{mol}^{-1}$, constanta gazelor ideale $R = 8{,}31\frac{\text{J}}{\text{mol}\cdot\text{K}}$. Între parametri de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația: $p \cdot V = \nu RT$. Exponentul adiabatic este definit prin relația: $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

SUBIECTUL I - (15 puncte)

Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului considerat corect.

1. Notațiile fiind cele utilizate în manualele de fizică, relația Robert-Mayer poate fi scrisă în forma:

a. $C_V = R - C_p$ **b.** $C_V - C_p = R$ **c.** $C_V = C_p + \mu R$ **d.** $C_p = C_V + R$ **(2p)**

2. Învelişul adiabatic nu permite:
a. schimbul de lucru mecanic între sistem şi mediul exterior;
b. modificarea energiei interne a sistemului ;
c. schimbul de căldură între sistem şi mediul exterior;
d. schimbul de energie între sistem şi mediul exterior. **(3p)**

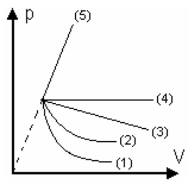
3. O masă $m = 96\text{g}$ de O_2 ($\mu_{O_2} = 32\,\text{g/mol}$) conține un număr total de molecule este egal cu:

a. $6{,}02 \cdot 10^{23}$ **b.** $18{,}06 \cdot 10^{23}$ **c.** $6{,}02 \cdot 10^{26}$ **d.** $18{,}06 \cdot 10^{26}$ **(5p)**

4. Ştiind că simbolurile unităților de măsură sunt cele utilizate în manualele de fizică, unitatea de măsură în S.I. a mărimii fizice exprimată prin raportul $\frac{Q}{\Delta T}$ este:

a. $\frac{\text{J}}{\text{kmol}\cdot\text{K}}$ **b.** $\frac{\text{J}}{\text{kg}}$ **c.** $\frac{\text{J}}{\text{K}}$ **d.** $\frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$. **(3p)**

5. Ştiind că în figura alăturată curba (2) reprezintă o transformare izotermă, dintre celelalte curbe, cea care poate reprezenta o transformare adiabatică este cea cu numărul:



a. (5)
b. (4)
c. (3)
d. (1)
(2p)

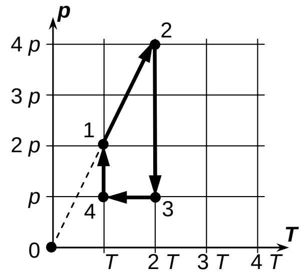
B. SUBIECTUL II – (15 puncte)

Rezolvați următoarea problemă:

Într-un vas se află azot ($\mu_{N_2} = 28$ g/mol), considerat gaz ideal, la temperatura $T_1 = 300\,\text{K}$ şi presiunea $p_1 = 1{,}5 \cdot 10^5$ Pa. După ce s-a consumat o masă $\Delta m = 28\,\text{g}$ de azot, iar temperatura a scăzut până la $T_2 = 280\text{K}$, presiunea a devenit egală cu $p_2 = 56\,\text{kPa}$. Determinați:
a. volumul vasului;
b. cantitatea de gaz aflată în vas în starea inițială;
c. numărul de moli de azot consumat;
d. masa de gaz rămasă în vas.

B. SUBIECTUL III – (15 puncte)

Rezolvați următoarea problemă:



Într-un corp de pompă se află o cantitate fixată de gaz, presupus ideal; acesta urmează transformarea ciclică 12341, în care presiunea p depinde de temperatura absolută T aşa cum se arată în graficul alăturat. Cunoscând exponentul adiabatic al gazului ($\gamma = \frac{5}{3}$) şi căldura schimbată de gaz cu exteriorul în transformarea 23 ($Q_{23} = 200\,\text{J}$), calculați:

a. rapoartele $\frac{V_2}{V_1}, \frac{V_3}{V_2}, \frac{V_4}{V_3}, \frac{V_1}{V_4}$;

b. căldura Q_{41} schimbată de gaz cu exteriorul în procesul 41;

c. raportul $x = \frac{Q_{12}}{Q_{34}}$ dintre căldurile schimbate de gaz cu exteriorul în transformările 12 şi 34;

d. raportul $y = \frac{\Delta U_{12}}{\Delta U_{34}}$ dintre variațiile energiei interne a gazului în transformările 12 şi 34.

Varianta 98 - termodinamica

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

Se consideră: numărul lui Avogadro $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23}\,\text{mol}^{-1}$, constanta gazelor ideale $R = 8{,}31\dfrac{\text{J}}{\text{mol}\cdot\text{K}}$. Între parametri de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația: $p \cdot V = \nu RT$. Exponentul adiabatic este definit prin relația: $\gamma = \dfrac{C_P}{C_V}$

SUBIECTUL I - **(15 puncte)**

Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului considerat corect.

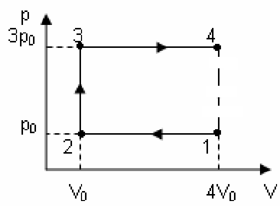
1. Ştiind că simbolurile mărimilor fizice şi ale unităților de măsură sunt cele utilizate în manualele de fizică, unitatea de măsură în S.I. a mărimii fizice a cărei expresie este $\dfrac{Q - \Delta U}{\Delta V}$, poate fi scrisă sub forma:

a. $\text{J}\cdot\text{kg}^{-1}$ **b.** $\text{J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}$ **c.** $\text{J}\cdot\text{m}^{-3}$ **d.** $\text{N}\cdot\text{m}$ **(2p)**

2. O cantitate dată de gaz ideal monoatomic $(\upsilon = \text{const.})$ primeşte căldura Q. Cea mai mare variație a temperaturii gazului se produce dacă procesul este:

a. izoterm **b.** izobar **c.** izocor **d.** adiabatic **(2p)**

3. O cantitate constantă de gaz ideal monoatomic ($C_V = \dfrac{3}{2}R$) efectuează transformările reprezentate în graficul alăturat. Variația energiei interne a sistemului în decursul transformării 1234, exprimată în funcție de parametrii p_0 şi V_0 este egală cu:



a. 0

b. $\dfrac{5}{2}p_0V_0$

c. $8p_0V_0$

d. $12p_0V_0$ **(5p)**

4. Într-o incintă de volum $V = 5{,}605\,\ell$ se găseşte aer la temperatura 273 K şi presiunea 10^5 Pa. Se cunoaşte $V_{\mu 0} = 22{,}42\text{ dm}^3/\text{mol}$. Cantitatea de aer din incintă este egală cu:

a. 2 mol **b.** 1 mol **c.** 0,5 mol **d.** 0,25 mol **(3p)**

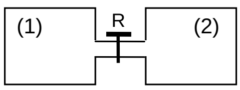
5. O cantitate de $\nu = 1{,}20\left(\cong \dfrac{10}{8{,}31}\right)$ mol de gaz ideal îşi dublează volumul pe parcursul unui proces în care temperatura se menține egală cu 350 K. Se cunoaşte ln 2 = 0,693. Căldura absorbită de gaz are valoarea:

a. 4000 J **b.** 2425,5 J **c.** 2077 J **d.** 6,93 J **(3p)**

B. SUBIECTUL II – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

În două vase de volume egale, $V_1 = V_2 = 8{,}31\,\ell$, conectate printr-un tub de volum neglijabil, se află gaze considerate ideale la aceeaşi temperatură $\theta = 127^\circ\text{C}$. Inițial, robinetul R este închis (v. fig. alăturată). În vasul (1) se află $\upsilon_1 = 0{,}025$ mol de gaz cu masa molară $\mu_1 = 4\,\text{g/mol}$, la presiunea $p_1 = 10^4$ Pa. Gazul din vasul (2) are presiunea $p_2 = 10^6$ Pa şi masa molară μ_2. După deschiderea robinetului R, amestecul format are masa molară $\mu_{med} \approx 15{,}88$ g/mol. Determinați:



a. cantitatea de substanță din vasul (2);

b. masa molară μ_2;

c. presiunea care se stabileşte în vase după deschiderea robinetului;

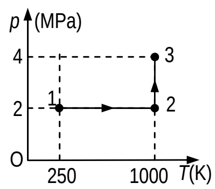
d. masa de gaz care a trecut din vasul (2) în vasul (1) după deschiderea robinetului.

Ministerul Educației, Cercetării şi Inovării
Centrul Național pentru Curriculum şi Evaluare în Învățământul Preuniversitar

B. SUBIECTUL III – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

O cantitate $\upsilon = 2$ mol gaz ideal monoatomic, aflat în starea (1) şi având parametrii $T_1 = 250$ K şi $p_1 = 2$ MPa, ajunge în starea (3) caracterizată de parametrii $T_3 = 1000$ K şi $p_3 = 4$ MPa, trecând prin starea (2), conform diagramei *p-T* din figura alăturată. Se dă ln2 = 0,693 şi $C_V = 1{,}5\,R$.



a. Redați denumirile celor două procese.

b. Calculați lucrul mecanic efectuat de forțele de presiune în procesul $1 \to 2$.

c. Determinați căldura schimbată de gaz cu mediul înconjurător în procesul $2 \to 3$.

d. Aflați variația energiei interne a gazului la trecerea din starea (1) în starea (3).

Varianta 99 - termodinamica

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

Se consideră: numărul lui Avogadro $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23} \text{mol}^{-1}$, constanta gazelor ideale $R = 8{,}31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$. Între parametri de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația: $p \cdot V = \nu RT$. Exponentul adiabatic este definit prin relația: $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

SUBIECTUL I - (15 puncte)

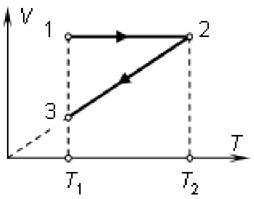
Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului considerat corect.

1. Un gaz considerat ideal efectuează o transformare izobară dacă:
a. presiunea variază, iar masa rămâne constantă;
b. presiunea se menține constantă, iar masa variază;
c. atât presiunea cât şi masa rămân constante;
d. atât presiunea cât şi masa variază. **(2p)**

2. Simbolurile mărimilor fizice şi ale unităților de măsură sunt cele utilizate în manualele de fizică unitatea de măsură în S.I. a mărimii descrise de relația $\frac{p\Delta V}{\gamma - 1}$ este:
a. J **b.** J/(mol · K) **c.** J/K **d.** J/(kg · K) **(3p)**

3. Ciclul idealizat de funcționare al motorului Otto este format din:
a. două izoterme şi două adiabate;
b. două adiabate şi două izocore;
c. două izoterme şi două izobare;
d. două adiabate o izocoră şi o izobară. **(2p)**

4. O cantitate constantă υ moli de gaz ideal suferă succesiunea de transformări $1 \Rightarrow 2 \Rightarrow 3$, reprezentată în figura alăturată. Dacă T_1 este temperatura absolută în starea (1) şi T_2 este temperatura absolută în starea (2), atunci căldura *totală* schimbată de gaz cu exteriorul în această succesiune de transformări este:



a. $-2\upsilon R(T_2 - T_1)$
b. $-\upsilon R(T_2 - T_1)$
c. $\upsilon R(T_2 - T_1)$
d. $2\upsilon R(T_2 - T_1)$ **(5p)**

5. Într-un vas de volum $V = 2\,\ell$ se află oxigen molecular $(C_V = 2{,}5R)$ la presiunea $p = 26660\,\text{Pa}$. Energia internă a gazului este:
a. 266,6 kJ **b.** 133,3 kJ **c.** 266,6 J **d.** 133,3 J **(3p)**

B. SUBIECTUL II – (15 puncte)

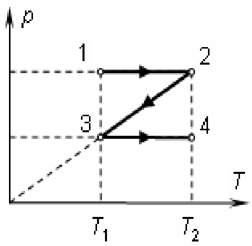
Rezolvați următoarea problemă:

Într-un vas de volum $V = 2\,\ell$ se află închis aer ($\mu_{aer} = 29 \cdot 10^{-3}$ kg/mol), considerat gaz ideal, la presiunea $p = 10^5$ Pa şi temperatura $T = 300$ K. Determinați:
a. masa de aer conținută în vas;
b. densitatea aerului din vas;
c. numărul de molecule de gaz din vas;
d. masa molară a amestecului obținut dacă în vas se introduce suplimentar un număr $N_2 = 6 \cdot 10^{22}$ molecule de oxigen ($\mu = 32 \cdot 10^{-3}$ kg/mol).

B. SUBIECTUL III – (15 puncte)

Rezolvați următoarea problemă:

O cantitate $\nu = 3$ mol de gaz ideal monoatomic ($C_V = \frac{3}{2}R$) este supusă succesiunii de transformări reprezentată în coordonate *p-T* în figura alăturată. Se cunoaşte diferența $\Delta T = T_2 - T_1 = 100$ K.



a. Reprezentați succesiunea de transformări în sistemul de coordonate $p - V$.
b. Calculați căldura schimbată de gaz cu exteriorul în transformarea $1 \rightarrow 2$.
c. Calculați variația energiei interne a gazului în transformarea $2 \rightarrow 3$.
d. Calculați lucrul mecanic schimbat de gaz cu mediul exterior în transformarea $3 \rightarrow 4$.

Varianta 100 - termodinamica

B. ELEMENTE DE TERMODINAMICĂ

Se consideră: numărul lui Avogadro $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23}\,\text{mol}^{-1}$, constanta gazelor ideale $R = 8{,}31\dfrac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$. Între parametri de stare ai gazului ideal într-o stare dată există relația: $p \cdot V = \nu RT$. Exponentul adiabatic este definit prin relația: $\gamma = \dfrac{C_P}{C_V}$

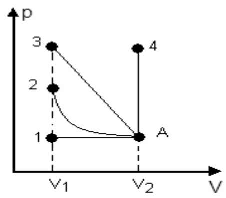
SUBIECTUL I - **(15 puncte)**

Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului considerat corect.

1. O masă m de gaz ideal cu masa molară μ conține un număr de moli dat de relația:

a. $\upsilon = \mu \cdot m$ **b.** $\upsilon = \dfrac{\mu}{m}$ **c.** $\upsilon = \mu \cdot m^2$ **d.** $\upsilon = \dfrac{m}{\mu}$ **(3p)**

2. În figura alăturată sunt reprezentate în coordonate p-V patru procese termodinamice distincte suferite de o cantitate constantă de gaz ideal. Lucrul mecanic efectuat de gaz este maxim în procesul:



a. $1 \to A$;
b. $2 \to A$;
c. $3 \to A$;
d. $4 \to A$. **(3p)**

3. O cantitate constantă de gaz ideal este supusă unui proces termodinamic în care volumul depinde de presiune conform legii $V = a \cdot p^2$, unde $a = \text{constant}$, masa gazului rămânând constantă. Dacă temperatura creşte de 8 ori, atunci presiunea se măreşte de:

a. 1,5 ori **b.** 2 ori **c.** 4 ori **d.** 8 ori **(2p)**

4. Ținând cont că simbolurile mărimilor fizice sunt cele utilizate în manualele de fizică, expresia cantitativă a lucrului mecanic într-o transformare izobară, este:

a. $L = \nu RT$ **b.** $L = VT^{\gamma-1}$ **c.** $L = \nu R\Delta T$ **d.** $L = p\Delta T$ **(5p)**

5. Ştiind că simbolurile unităților de măsură sunt cele utilizate în manualele de fizică, unitatea de măsură a densității unui gaz ideal în S.I. este:

a. $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$ **b.** $\text{kg} \cdot \text{m}^{3}$ **c.** $\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ **d.** $\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$ **(2p)**

B. SUBIECTUL II – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

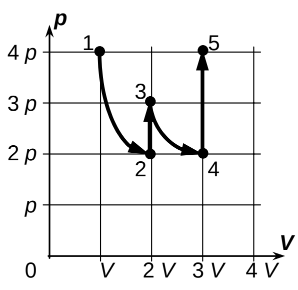
Într-o incintă se află un gaz ideal cu masa molară $\mu = 46\,\text{g/mol}$ şi densitatea $\rho = 1{,}26 \cdot 10^3\,\text{g/m}^3$, la presiunea $p_0 = 10^5\,\text{Pa}$. Determinați:

a. masa unei molecule de gaz;
b. volumul care revine, în medie, unei molecule, considerând moleculele uniform distribuite;
c. temperatura gazului din incintă;
d. densitatea gazului în condiții normale de presiune şi temperatură ($p_0 = 10^5\,\text{Pa}, T_0 = 273\,\text{K}$).

B. SUBIECTUL III – **(15 puncte)**

Rezolvați următoarea problemă:

Într-un corp de pompă se află o cantitate fixată de gaz, presupus ideal; acesta urmează transformarea 12345, în care presiunea p depinde de volumul V aşa cum se arată în graficul alăturat. În transformarea 12 şi în transformarea 45 produsul dintre presiunea şi volumul gazului păstrează o valoare constantă (diferită pentru fiecare proces). Cunoscând valoarea căldurii schimbate de gaz cu exteriorul în transformarea 23 $Q_{23} = 200\,\text{J}$ şi $\ln 2 = 0{,}693$, $\ln 3 = 1{,}098$,



a. ordonați crescător temperaturile absolute T_1, T_2, T_3, T_4, T_5 şi calculați rapoartele $\dfrac{T_2}{T_1}, \dfrac{T_3}{T_2}, \dfrac{T_4}{T_3}, \dfrac{T_5}{T_4}, \dfrac{T_1}{T_5}$;

b. calculați căldura Q_{45} schimbată de gaz cu exteriorul în procesul 45;

c. pentru fiecare dintre transformările 12, 23, 34, 45 precizați care dintre mărimile Q, L, ΔU este nulă;

d. calculați raportul dintre lucrul mecanic schimbat de gaz cu mediul exterior în transformarea 12, respectiv 34, $\dfrac{L_{34}}{L_{12}}$.